



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2011



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2011



MEMORIA

INDICE:

1.1	Introduccion.....	5
1.1.1	Objeto del proyecto	5
1.1.2	Situación	5
1.1.3	Descripción de la Nave, superficies y alturas.....	5
1.1.4	Descripción de la actividad.....	6
1.1.5	Suministro de energía	6
1.1.6	Relación de la maquinaria instalada.....	7
1.1.7	Distribución de los cuadros.....	8
1.1.8	Normativa	10
1.2	Esquema de distribución.....	11
1.2.1	Introducción	11
1.2.2	Tipos de esquemas de distribución.....	11
1.2.3	Solución adoptada para el esquema de distribución.....	12
1.3	Alumbrado.....	12
1.3.1	Introduccion	12
1.3.2	Conceptos luminotermicos.....	13
1.3.3	Proceso de calculo.....	16
1.3.3.1	Información previa de los factores de partida.....	16
1.3.3.2	Determinación del nivel de iluminación.....	16
1.3.3.3	Determinación del sistema de iluminación y tipo de luminaria-lámpara.....	17
1.3.3.4	Determinación del factor de mantenimiento	20
1.3.3.5	Calculo del índice del local.....	20
1.3.3.6	Determinación del factor de utilización	21
1.3.3.7	Calculo del flujo a instalar	24
1.3.3.8	Calculo del numero de luminarias.....	24
1.3.3.9	Distribución de las luminarias.....	25
1.3.4	Alumbrado interior	25
1.3.4.1	Justificación de las luminarias empleadas.....	25
1.3.5	Tabla resumen	28
1.3.6	Alumbrado exterior.....	31
1.3.7	Alumbrados especiales	32
1.3.7.1	Solución adoptada.....	33



1.4 Conductores y distribución en baja tensión.....	34
1.4.1 Introducción.....	34
1.4.2 Factores para el calculo de cables.....	34
1.4.3 Prescripciones generales	36
1.4.3.1 Conductores activos.....	36
1.4.3.2 Conductores de protección	36
1.4.4 Sistemas de canalización.....	38
1.4.4.1 Canalizaciones.....	38
1.4.4.2 Tubos protectores.....	38
1.4.5 Receptores	40
1.4.5.1 Receptoras para el alumbrado.....	40
1.4.5.2 Receptoras a motor.....	41
1.4.5.2.1 Un solo motor.....	41
1.4.5.2.2 Varios motores.....	41
1.4.6 Tomas de corriente	41
1.4.7 Proceso para el calculo de secciones	41
1.4.8 Normas para la elección del cable.....	42
1.4.9 Normas para la elección del tubo.....	43
1.4.10 Soluciones adoptadas.....	44
1.5 Protecciones en baja tensión	46
1.5.1 Introducción.....	46
1.5.2 Conceptos básicos.....	46
1.5.3 protección de la instalación.....	48
1.5.3.1 protección contra sobrecargas.....	48
1.5.3.2 Protecciones contra cortocircuitos	49
1.5.3.3 Proceso para el calculo de las corrientes de cortocircuito.....	50
1.5.3.4 Calculo de las impedancias.....	52
1.5.4 protección de las personas	55
1.5.4.1 protección contra contactos directos.....	55
1.5.4.2 protección contra contactos indirectos.....	56
1.5.5 Solución adoptada.....	57



1.6 Puestas a tierra.....	133
1.6.1 Introduccion	133
1.6.1.1 Objetivo de la puesta a tierra	133
1.6.1.2 Partes de la puesta a tierra.....	134
1.6.2 Elementos a conectar a la toma de tierra	136
1.6.3 Solución adoptada.....	137
1.7 Corrección del factor de potencia	138
1.7.1 Generalidades	138
1.7.2 Ventajas de un elevado factor de potencia.....	138
1.7.3 Métodos para mejorar el factor de potencia.....	138
1.7.3.1 Procedimientos directos	138
1.7.3.2 Procedimientos indirectos.....	139
1.7.3.3 elección del método de compensación.....	139
1.7.4 Clasificación y elección de la compensación.....	139
1.7.4.1 Clasificación por la situación de la compensación.....	139
1.7.4.2 elección de la situación para la compensación.....	140
1.7.4.3 Clasificación por tipo de condensador.....	140
1.7.4.4 elección del tipo de compensación.....	140
1.7.5 Características técnicas del equipo de compensación automática.....	141
1.8 Centro de transformación.....	141
1.8.1 Introduccion	141
1.8.2 Características generales del centro de transformación.....	142
1.8.3 Características de las celdas.....	142
1.8.4 Descripción de la instalación.....	142
1.8.4.1 Obra civil.....	142
1.8.5 instalación eléctrica.....	145
1.8.5.1 Características de la red de alimentación.....	145
1.8.5.2 Características de la apartamenta de media tensión.....	145
1.8.5.3 Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión	148
1.8.6 Cuadro general de baja tensión.....	151
1.8.7 instalación de la puesta a tierra.....	151

1.8.7.1	Introducción.....	151
1.8.7.2	Investigación de las características del suelo	152
1.8.7.3	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de la eliminación del defecto.....	152
1.8.7.4	Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.....	153
1.8.8	Distancias.....	153
1.8.9	Aparatos de media tensión.....	153
1.8.10	Aislamientos.....	153
1.8.11	Instalaciones secundarias en el centro de transformación.....	154
1.9	Presupuesto.....	155



1.1 Introducción

1.1.1 Objeto del proyecto

En dicho punto se va a describir la Instalación eléctrica en Baja Tensión de una nave Industrial dedicada a la elaboración de conservas vegetales.

La instalación eléctrica constará de:

- Instalación de alumbrado general y de emergencia
- Instalación de fuerza y tomas de corriente
- Centro de transformación propio de media a baja tensión
- Protección eléctrica de las líneas que alimentan todas las instalaciones
- Puestas a tierra del centro de transformación, y de la instalación eléctrica de la nave
- Corrección del factor de potencia con batería de condensadores de la instalación eléctrica de la nave.

1.1.2 Situación

La fábrica esta situada en la localidad de Miranda de Arga, concretamente en la calle dehesa en las proximidades de la fábrica de conservas artesanas marco

1.1.3 Descripción de la Nave, superficies y alturas

PARCELA:

La parte trasera de la nave da en campo, y las otras tres lindan con las calles dehesa, la noria.

INTERIOR DE LA NAVE:

La planta de la nave es rectangular de dimensiones 19 m de ancho por 122,8 m de largo y una superficie en planta de 2404,5 m². Además de la nave existen dos edificios mas que también se proyectaran, ambos podría decirse que se encuentran incluidos en la nave pero habrá que diferenciarlos debido a la actividad, uno es el de oficinas cuya superficie total a proyectar es de 1154,98 m² y otro el de vestuarios de los trabajadores cuya superficie total a proyectar es de 342,63 m². La superficie total a proyectar será de 3902,11 m².

A continuación describimos los edificios de oficinas y vestuarios:

El edificio de oficinas consta de 3 plantas (almacén de oficinas, planta primera y planta segunda). El almacén de oficinas es un pequeño cuarto que se encuentra bajo el nivel del suelo de 5 m de ancho por 30 m de largo con una superficie útil de 135,22 m² incluyendo los vestíbulos. La planta primera esta compuesta por un hall recibidor, un amplio pasillo, 3 despachos y una sala de reuniones. Las dimensiones de esta planta son



5 m de ancho por 36,35 m de largo con una superficie útil de 154,5 m². La planta de oficinas esta compuesta por oficinas, despachos, zona de fotocopias, aseos... y sus dimensiones son 23,66 m de ancho por 36,70 m con una superficie útil de 867,14 m².

El edificio de vestuarios consta de dos plantas (planta de vestuarios y el almacén de la nave). En la primera planta se encuentran los aseos de los empleados, vestuarios, duchas y vestíbulos. Las dimensiones de la planta de vestuarios son 5 m de ancho por 39,76 m de largo y tiene una superficie útil de 169 m². La planta de almacén de la nave tiene unas dimensiones de 5 m de ancho por 39,76 m de largo con una superficie útil de 173,76 m²

EXTERIOR DE LA NAVE:

-Centro de transformación prefabricado de 10.61 m², donde se procede a la transformación eléctrica de MT a BT

-24 plazas de aparcamiento en el interior de la parcela

Distribución de alturas:

-Podríamos decir que dentro de la nave hay 3 alturas diferenciadas, en la primera zona la altura desde el suelo hasta las vigas es de 8.5m, en la segunda zona la altura desde el suelo hasta el techo es de 9.72m, en la tercera zona la altura desde el suelo hasta el techo es de 11.62m.

-La altura del suelo al falso techo en el piso superior de oficinas es de 2.65m

-La altura del suelo al falso techo en los vestuarios es de 2.60m

-La altura del suelo al techo en el almacén de la nave es de 3.15m

-La altura del suelo al falso techo en el almacén de oficinas es de 2.58m

1.1.4 Descripción de la actividad

La actividad a desarrollar en la Nave Industrial es la elaboración de conservas vegetales tales como el tomate, el pimiento y el espárrago.

La nave consta de 3 líneas de producción una por cada producto, además tiene una zona específica para cerrar y etiquetar las latas y los tarros, otra zona específica para las autoclaves y el pasteurizado, otra zona para el almacenado de los productos terminados y una nevera industrial de gran tamaño para conservar la materia prima.

1.1.5 Suministro de energía

Iberdrola abastece de energía a la nave mediante una red de media tensión que pasa muy cerca y que además abastece a la fábrica de marco que se encuentra en frente.

Ésta red proporciona una tensión alterna trifásica de 13.200 voltios con una frecuencia de 50 ciclos por segundo.



La empresa suministradora se compromete, previo acuerdo, a facilitar e instalar una línea subterránea hasta el centro de transformación.

1.1.6 Relación de la maquinaria instalada

La actividad comercial contará con los útiles y herramientas necesarios para el correcto funcionamiento de la actividad.

Para el desarrollo de la actividad, el local cuenta con la siguiente maquinaria:

Maquina	Potencia (w)
Puente grúa 3.2 Tn	3500
Puente grúa 3.2 Tn	3500
Puente grúa 6 Tn	6000
Polipasto 1 Tn	1500
Polipasto 1 Tn	1500
Puerta automática	1000
Puerta automática	1000
Puerta automática	1000
Lavadora – secadora De envases	6500
Cerradora de latas redondas	2500
Cerradora de latas irregulares	2500
Cerradora de tarros	2500
Etiquetadora de tarros	700
Etiquetadora de latas	750
Nevera industrial	10000
Cinta transportadora	2200
Lavadora – peladora pimiento	2250
Cinta transportadora	4400
Balsa con elevador + lavadora rotativa para tomate	8500
Calibrador de rodillos	1750
Peladora termofísica	16875
Cinta transportadora	2200
Turbo pasadora - refinadora	8250
Embotadora lineal con dosificador	750
Transportador de tarros charnela	375
Cortadora de extremos + calibrador espárrago	5047
Lavadora de malla	240
Cinta transportadora	2200
Escaldador – enfriador para espárrago	750
Cinta transportadora	2200



Pasteurizador	10000
Autoclave	7500
Autoclave	7500
Autoclave	7500
Climatización nave	60000
Climatización oficinas	40000
Ascensor	4500
Grupo de presión agua oficinas	4500
Grupo de presión agua nave	4500
Grupo de presión aire (compresor)	4500

1.1.7 Distribución de los cuadros

La instalación se compone de un cuadro general, 9 cuadros secundarios y 12 cuadros terciarios.

-Cuadro general de protección: Situado en la fábrica, su misión es proteger las líneas de los cuadros secundarios.

-Cuadro secundario 1: Situado en la fábrica, su misión es proteger los circuitos de alumbrado, fuerza y maquinaria de la nave. Contiene los elementos de protección de los circuitos 11 a 30.

-Cuadro secundario 2: Situado en la fábrica, su misión es proteger los circuitos de alumbrado, fuerza y maquinaria de la nave. Contiene los elementos de protección de los circuitos 31 a 66.

Cuadro secundario 3: Situado en la fábrica, su misión es proteger los circuitos de alumbrado, fuerza y maquinaria de la nave además de los cuadros de las líneas de pimiento, tomate y espárrago. Contiene los elementos de protección de los circuitos 67 a 77.

-Cuadro secundario 3.1: Situado en la fábrica, su misión es proteger la maquinaria de la línea del pimiento. Contiene los elementos de protección de los circuitos 78 a 80.

-Cuadro secundario 3.2: Situado en la fábrica, su misión es proteger la maquinaria de la línea del tomate. Contiene los elementos de protección de los circuitos 81 a 88.

-Cuadro secundario 3.3: Situado en la fábrica, su misión es proteger la maquinaria de la línea del espárrago. Contiene los elementos de protección de los circuitos 89 a 93.



-Cuadro secundario 4: Situado en la fábrica, su misión es proteger las líneas de maquinaria como autoclaves, pasteurizadores o la climatización de la nave. Contiene los elementos de protección de los circuitos 401 a 405.

-Cuadro secundario 5: situado en el vestíbulo 3, su misión es proteger las instalaciones de alumbrado y fuerza de los vestuarios. Contiene los elementos de protección de los circuitos 96 a 112.

-Cuadro secundario 6: situado en la planta baja, su misión es proteger las instalaciones de alumbrado y fuerza de las oficinas de la planta baja. Contiene los elementos de protección de los circuitos 113 a 134.

-Cuadro secundario 7: situado en el almacén de oficinas, su misión es proteger las instalaciones de alumbrado y fuerza de los vestíbulos 1 y 2 de todos los pisos, escaleras y almacén de oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 135 a 163.

-Cuadro secundario 8: situado en el almacén de la nave, su misión es proteger las instalaciones de alumbrado y fuerza del vestíbulo 4 y almacén de la nave. Contiene los elementos de protección de los circuitos 164 a 181.

-Cuadro secundario 9: situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de los cuadros secundarios de 9.1 a 9.9, además de la climatización de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 901 a 910.

-Cuadro secundario 9.1: situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado de la zona norte de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 186 a 204.

-Cuadro secundario 9.2: situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado de la zona norte de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 205 a 224.

-Cuadro secundario 9.3: situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado y fuerza de la zona norte de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 225 a 241.

-Cuadro secundario 9.4: situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado de la zona centro de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 242 a 264.

-Cuadro secundario 9.5: situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado de la zona centro de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 265 a 284.



-Cuadro secundario 9.6 situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado y fuerza de la zona centro de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 285 a 302.

-Cuadro secundario 9.7: situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado de la zona sur de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 303 a 322.

-Cuadro secundario 9.8: situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado de la zona sur de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 323 a 340.

-Cuadro secundario 9.9 situado en el piso superior de oficinas, su misión es proteger las líneas de alumbrado y fuerza de la zona sur de las oficinas. Contiene los elementos de protección de los circuitos 341 a 354.

1.1.8 Normativa

La realización del presente proyecto así como la ejecución del mismo, se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento, que son:

- Reglamento electrotécnico para baja tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- R.C.E. Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, e instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía: Iberdrola.
- Normas tecnológicas de la edificación, así como la norma tecnológica para instalaciones eléctricas de puesta a tierra.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales y Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de protección
- Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre, Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Real Decreto 208/2005 de 25 de febrero, sobre Aparatos Eléctricos o Electrónicos y la gestión de sus residuos.

1.2 Esquema de distribución

1.2.1 Introducción

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

- **T** = conexión directa de un punto de la alimentación a tierra
- **I** = aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:

- **T** = masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
- **N** = masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

1.2.2 Tipos de esquemas de distribución

Existen tres tipos de esquemas de distribución:

1) Esquema TN:

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase – masa es una intensidad de cortocircuito.

2) Esquema TT:

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. 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 los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

3) Esquema IT:

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

1.2.3 Solución adoptada para el esquema de distribución

En este caso se podría elegir cualquiera de los tres tipos de esquema pero se cogerá un esquema TT ya que es la solución mas apropiada y flexible a la hora de afrontar futuras ampliaciones, teniendo presente que los defectos fase – masa pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito y provocar la aparición de tensiones peligrosas.

1.3 Alumbrado

1.3.1 Introducción

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente.

Se trata de dotar de la iluminación adecuada espacios cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, docentes, deportivas y recreativas.

En el caso del alumbrado industrial, la iluminación es un factor de productividad y rendimiento, además de aumentar la seguridad laboral.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- a) La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- b) La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- c) Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.



- d) Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura.

1.3.2 Conceptos luminotermicos

Debemos tener en cuenta una serie de conceptos básicos sobre luminotecnica, como son:

- **Flujo radiante (ϕ):**
Se define como la potencia emitida, transportada o recibida, en forma de radiación. La unidad es el vatio (W)
- **Flujo luminoso (ϕ_v):**
Es la magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. Es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. La unidad es el Lúmen (Lm).
- **Lúmen:**
Es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una Candela de intensidad sobre una porción esférica de un metro cuadrado a la distancia de un metro que corresponde a un ángulo sólido de un estero-radián.
- **Angulo sólido (w):**
Se define por el volumen formado por la superficie lateral de un cono cuyo vértice coincide con el centro de una esfera de radio r , y cuya base se encuentra situada sobre la superficie de la esfera, si el radio es un metro y la superficie de la base del cono es un metro cuadrado, el ángulo sólido vale un estero-radián.

$$w = \frac{S}{r^2} \qquad \phi_v = I \times w$$

Siendo:

- w: ángulo sólido.
- S: superficie de la base del cono.
- r: radio de la base del cono.
- I: intensidad lumínica.
- ϕ_v : flujo luminoso.

- **Energía radiante (Q_e):**
Es la energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad es el Julio (J).
- **Cantidad de luz (Q_v):**



Es la energía en función del tiempo del flujo luminoso, durante una duración dada de tiempo. Las unidades son: Lúmen por segundo ($\text{Lm} \cdot \text{sg}$) o Lúmen por hora ($\text{Lm} \cdot \text{hora}$).

- **Intensidad luminosa (I):**

Es el flujo emitido en una dirección dada, por unidad de ángulo sólido. La unidad es la Candela (Cd).

- **Candela (Cd):**

Se define como la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540 \cdot 10^{12}$ Hz y cuya intensidad radiante en esa dirección es $1/683 \text{ w} \cdot \text{estero-radián}$.

- **Distancia luminosa:**

Conjunto de la intensidad luminosa de una lámpara en todas direcciones.

- **Iluminancia (E):**

Es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Es el cociente entre el flujo luminoso recibido por un elemento de la superficie que contiene al punto y el área de dicho elemento. La unidad es el Lux (Lx).

$$E = \frac{\phi_v}{S}$$

- **Lux (Lx):**

Se define como la iluminancia producida por un flujo de un lúmen que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado.

$$1 \text{ Lux} = \frac{1 \text{ Lm}}{1 \text{ m}^2}$$

- **Luminancia:**

Es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente iluminada. Su unidad es $\text{Cd} \cdot \text{m}^2$.

- **Rendimiento luminoso o eficacia luminosa:**

Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Su unidad de medida es el lúmen por vatio (Lm/W).

Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

- Incandescentes (1-2000W): 8- 20 Lm/W
- Incandescentes con halogenuros (3-10000W): 18- 22 Lm/W



- Fluorescentes tubulares (4-250W): 40- 93 Lm/ W
- Fluorescentes compactas (5-36W): 50- 82 Lm/ W
- Vapor de mercurio (50-2000W): 40- 58 Lm/ W
- Halogenuros metálicos (75-3500W): 60- 95 Lm/ W
- Sodio a alta presión (50-1000W): 66- 130 Lm/ W
- Sodio a baja presión (18-180W): 100- 183 Lm/ W

▪ Temperatura del color:

La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin (K). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

- Blanco cálido: 3000 K
- Blanco: 3500K
- Blanco frío: 4200 K
- Luz día: 6500 K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

- Incandescentes: 2600-2800 K
- Incandescentes con halogenuros: 3000 K
- Fluorescentes tubulares: 2600-6500 K
- Fluorescentes compactas: 2700 K
- Vapor de mercurio: 4000-4500 K
- Halogenuros metálicos : 4800-6500 K
- Sodio a alta presión: 2100 K
- Sodio a baja presión: 1800 K

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.



- Reproducción cromática:

Es la capacidad de una fuente de luz de reproducir los colores. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con $R_a=100$, muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores: $R_a < 50$ rendimiento bajo; entre 50 y 80 rendimiento moderado; entre 80 y 90 bueno y entre 90 y 100 rendimiento excelente.

1.3.3 Proceso de calculo

El proceso de cálculo de una instalación de interiores conlleva los siguientes pasos:

1. Obtención de información previa de los factores de partida.
2. Fijar el nivel de iluminación.
3. Determinación del sistema de iluminación y del tipo de luminaria.
4. Determinación del factor de mantenimiento.
5. Calcular el índice local.
6. Calcular el flujo a instalar.
7. Cálculo del número de luminarias
8. Distribución de las luminarias.

1.3.3.1 INFORMACIÓN PREVIA DE LOS FACTORES DE PARTIDA

Para conseguir un buen diseño de iluminación general y uniforme, hay que tener en cuenta los siguientes factores de partida:

- Forma y configuración del local.
- Tipo de tarea a realizar.
- Tensión de alimentación de la red eléctrica.
- Características y tipo del objeto a iluminar.

1.3.3.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN

Existen diferentes niveles de iluminación para los diferentes tipos de locales y las diferentes tareas que se realicen en ellos.

Los niveles de iluminación establecidos en cada sala o zona del edificio serán como mínimo los indicados en la norma UNE-EN_12464-1=2003.



1.3.3.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE LUMINARIA- LÁMPARA

1.3.3.3.1 Sistemas de iluminación

Existen cinco tipos de iluminación: directa, semidirecta, difusa, semiindirecta e indirecta.

La iluminación directa es apropiada para la obtención económica de altos niveles de iluminación sobre el plano útil de las mesas y de los puestos de trabajo. Por su propia naturaleza deja en la sombra las partes superiores del local y por lo tanto, reduce las pérdidas de luz por las claraboyas.

Es necesario aumentar considerablemente los aparatos de alumbrado, con el propósito de conseguir que cada objeto iluminado, reciba luz desde varias direcciones simultáneamente, con lo que se consigue la disminución de sombras molestas.

La iluminación directa se realiza, en general, por medio de reflectores de chapa esmaltada o de aluminio pulido, anodizado y abrillantado. Con el objeto de dar a la luz obtenida cierto grado de difusión favorable al suavizado, de las sombras, a la vez, concentrar el flujo luminoso hacia las zonas útiles del local, estos reflectores deben de ser anchos y profundos.

Mediante la iluminación directa se consigue una distribución luminosa tal que del 90% al 100% del flujo luminoso emitido llegue directamente al plano de trabajo.

La iluminación semidirecta hace que parte de la luz emitida por los aparatos de alumbrado sea reflejada sobre el techo, por ello su empleo está restringido para techos no muy altos, y no debe utilizarse en locales provistos de claraboyas en el techo.

Permite la realización relativamente económica de elevados niveles de iluminación con las ventajas sobre la iluminación directa de que las sombras son bastante más suaves porque, como ya sabemos los objetos reciben simultáneamente, la luz directa de los aparatos de alumbrado y la reflejada en el techo y en las paredes.

Con este tipo de iluminación se consigue entre el 60 y el 90 por 100 del flujo luminoso emitido se dirige hacia abajo, hacia el plano de trabajo, mientras el resto del flujo luminoso, del 10 al 40 por 100 se dirige hacia techo y paredes.

La iluminación difusa, da una importancia creciente a la reflexión de la luz sobre el techo y las paredes. Desaparecen por completo las sombras de los objetos, pero se aconseja que el techo y las paredes estén pintados de colores claros, con el objeto de disminuir las pérdidas por absorción que, de otro modo, resultarían muy elevadas.



Con la iluminación difusa el flujo luminoso emitido hacia abajo es del 40 al 60 por 100 con ángulos por debajo de la horizontal, y entre el 40 y el 60 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia arriba.

La iluminación semiindirecta, y la iluminación indirecta, hacen que los manantiales luminosos secundarios, que equivalen a las paredes y techo del local, tengan un efecto preponderante sobre los manantiales luminosos primarios, que son las lámparas eléctricas.

Desaparecen las sombras totalmente y también el riesgo de deslumbramiento directo, ya que las lámparas están totalmente ocultas e los ojos del observador. La falta de plasticidad obtenida con estos sistemas obliga en algunos casos a completar el alumbrado del local mediante alumbrado auxiliar. Estos dos tipos de iluminación, precisan que las paredes y techos del local estén pintados con materiales de alto factor de reflexión, y aunque esta condición se cumpla, el consumo de energía es mayor que para cualquier otro sistema de iluminación.

Mediante la iluminación semiindirecta e indirecta, del 60 al 100 por 100 del flujo luminoso emitido es dirigido hacia arriba en ángulos superiores a la horizontal.

Con cada uno de los cinco tipos de iluminación descritos con anterioridad, se pueden obtener tres clases o métodos de alumbrado, según la distribución de la luz en el local a iluminar.

A) Alumbrado general

Se trata de un alumbrado uniforme de un espacio, sin tener en cuenta las necesidades particulares de ciertas zonas determinadas. La iluminación media deberá ser igual al nivel de iluminación que requiera la tarea específica visual. Presenta como ventaja que se pueden cambiar los puestos de trabajo sin modificar las luminarias. Es por antonomasia, el método de distribución uniforme de la luz.

La distribución luminosa más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas por columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas (reajustadas por exceso o por defecto al número de luminarias calculado).

Por razones de uniformidad, la distancia entre luminarias, no puede ser mayor que un determinado valor. Este valor depende de la altura de montaje, del nivel de iluminación, así como de las características propias del local y de la luminaria. Generalmente, la distancia entre luminarias es doble que entre estas y las paredes.

B) Alumbrado general localizado

Alumbrado general en zonas especiales de trabajo, donde se necesita un alto nivel de iluminación, siendo suficiente la iluminación general para las zonas contiguas, de modo que este tipo de alumbrado se caracteriza por la concentración de luminarias.



C) Alumbrado suplementario

Alumbrado que proporciona un alto nivel de iluminación en puntos específicos de trabajo, mediante la combinación del alumbrado general o del alumbrado general localizado.

1.3.3.3.2 Tipos de lámparas

A) Lámpara de Incandescencia

Es de cómodo empleo y en el mercado existe una amplia gama, con todo tipo de potencias. Es aconsejable para un nivel de iluminación inferior a 200 lux, tiene un bajo rendimiento luminoso y una duración media reducida. Se emplean principalmente en alumbrado doméstico y de señalización. Debido al bajo rendimiento luminoso y a su reducida duración, no son rentables para alumbrado de grandes espacios con alto nivel de iluminación, ni para naves industriales o locales comerciales con altura de montaje superior a cuatro metros.

B) Lámpara Fluorescente

Se utiliza cuando se necesita una elevada temperatura de color, (se define T^a de color de una fuente luminosa como la que corresponde por comparación, con la del cuerpo negro que presenta el mismo color que la fuente analizada. La T^a de color define únicamente el color (tono) de la luz), también se utiliza cuando el nivel de iluminación necesario sobre el plano útil de trabajo, ha de alcanzar o sobrepasar los 200 lux, sobre todo si la instalación ha de estar funcionando durante un elevado número de horas el año (2000 horas o más). El flujo luminoso es del orden de siete veces mayor comparado con el que producen las lámparas incandescentes de igual potencia. Este factor unido a su larga vida (también siete veces mayor) y calidad de luz, hacen que sean las lámparas universales de alumbrado contemporáneo. Estas características hacen que sean de aplicación universal para fines generales de alumbrado, sobre todo, en interiores de oficina, grandes almacenes, comercio escuelas, hospitales, industrias, est.; donde la altura de montaje no supere los cinco metros.

C) Lámpara de vapor de Mercurio

Se utilizan para alumbrado industrial, cuando las condiciones de calidad de la luz son menos imperativas. Existen dos tipos: de luz mixta y de color corregido, estas últimas resultan económicas por su elevado rendimiento luminoso (similar al de las fluorescentes), y por su larga vida media (suele ser de 6000-9000 horas), resultando especialmente indicadas para alumbrado directo, con aparatos de alumbrado suspendidos a mucha altura, en las naves industriales. En esta aplicación, su elevada potencia unitaria permite aprovechar bien su gran altura de suspensión, separando débilmente los aparatos de alumbrado y disminuyendo el número de estos aparatos.



D) Lámpara de vapor de Sodio

Se utilizan en el alumbrado de exteriores y en el interior de naves industriales con elevadas alturas de montaje. Existen de dos tipos: de baja presión y de alta presión, estas últimas presentan un elevado rendimiento, además de una gran duración, lo que implica intervalos de reposición más largos. Además, su elevada potencia unitaria permite aprovechar bien su gran altura de suspensión, de forma que resultan especialmente indicadas para instalaciones interiores de industria.

1.3.3.4 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO

Este parámetro dependerá del grado de suciedad que se da en el entorno en el que se encontrara la luminaria y de la frecuencia con la que se limpie la misma.

Para una limpieza periódica anual de las luminarias establecemos los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento o de conservación (f_m)
Muy limpio	0.80
Limpio	0.75
Intermedio	0.70
Sucio	0.65
Muy sucio	0.60

1.3.3.5 CÁLCULO DEL ÍNDICE DEL LOCAL

Los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la altura de montaje, y el tipo de alumbrado. Es lo que denominamos índice local y nos sirve después, para determinar el factor de utilización. Se calcula de la siguiente forma:

Para iluminaciones directas, semidirectas y difusas, se utiliza:

$$\text{Relación del local } k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)}$$

Para iluminaciones indirectas y semiindirectas, se utiliza:

$$\text{Relación del local } k = \frac{3 \cdot x \cdot y}{2h \cdot (x + y)}$$

En ambas formulas:

X = largo del local

y = ancho del local

h = altura de montaje en metros. Se considera la distancia que hay desde la luminaria hasta el plano útil o de trabajo situado a 0,85 metros sobre el suelo según la NTE.

La altura del local, H es la suma de la altura de suspensión de la luminaria C, mas la altura de montaje h, y más el 0.85 metros al que está el plano de trabajo. Es decir:

$$H = C + h + 0.85 \text{ m}$$

Como H y C son datos previos de la instalación, la altura de montaje se calcula mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0.85) \text{ m}$$

1.3.3.6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN

El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación que existe entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas.

Este es un factor muy importante para el cálculo del alumbrado, a la vez que complejo y difícil de calcular, pues depende de una diversidad de factores como son: el valor adecuado del nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelos) y el factor de mantenimiento.

Una vez obtenido el índice del local y determinados los coeficientes de reflexión se podrá obtener el valor del factor de utilización entrando con estos datos a las tablas suministradas por el fabricante. Si el índice del local se encuentra entre 2 valores de la tabla habrá que interpolar.

Tablas suministradas por el fabricante:

1. HAVELLS SYLVANIA:

1. Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

utilization factors / TM5											
reflection			room index								
C	W	F	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
70	50	20	25	29	32	34	37	39	40	42	43
70	30	20	21	26	29	31	35	37	38	41	42
70	10	20	19	23	27	29	33	35	37	39	41
50	50	20	24	28	31	33	36	38	39	41	42
50	30	20	21	25	28	31	34	36	37	39	41
50	10	20	19	23	26	29	32	34	36	38	40
30	50	20	23	27	30	32	35	36	38	39	40
30	30	20	21	25	28	30	33	35	36	38	39
30	10	20	19	23	26	28	31	33	35	37	38
0	0	0	18	22	25	27	30	32	33	35	36
BZ-class			4	4	4	4	4	4	4	4	4
			SHRnom : 1,25			SHRmax : 1,424					

2. Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC

utilization factors / TM5											
reflection			room index								
C	W	F	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
70	50	20	50	56	60	63	66	68	70	72	73
70	30	20	46	52	56	59	63	66	68	70	71
70	10	20	43	49	54	57	61	64	66	68	70
50	50	20	49	54	58	61	64	66	67	69	70
50	30	20	46	51	55	58	62	64	66	68	69
50	10	20	43	49	53	56	60	62	64	66	68
30	50	20	48	53	57	59	62	64	65	67	68
30	30	20	45	50	54	57	60	62	64	65	67
30	10	20	43	48	52	55	59	61	63	64	66
0	0	0	41	47	51	53	57	58	60	62	63
BZ-class			1	1	1	1	1	1	1	1	1
SHRnom : 1,50						SHRmax : 1,550					

2. PHILIPS:

1. Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80			0.70				0.50		0.30		0.00
	0.80	0.50	0.30	0.70	0.50	0.30	0.50	0.30	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.47	0.44	0.46	0.45	0.44	0.40	0.39	0.37	0.39	0.37	0.35	
0.80	0.55	0.52	0.54	0.53	0.51	0.47	0.47	0.44	0.46	0.44	0.43	
1.00	0.62	0.57	0.61	0.59	0.57	0.53	0.52	0.50	0.52	0.49	0.48	
1.25	0.68	0.62	0.66	0.64	0.61	0.58	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53	
1.50	0.72	0.65	0.70	0.67	0.64	0.61	0.61	0.59	0.60	0.58	0.57	
2.00	0.78	0.69	0.76	0.72	0.69	0.66	0.66	0.64	0.65	0.63	0.62	
2.50	0.82	0.72	0.79	0.75	0.71	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	
3.00	0.84	0.74	0.82	0.77	0.73	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	
4.00	0.87	0.75	0.84	0.79	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.68	
5.00	0.89	0.76	0.86	0.80	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.69	

2. Down light → FBS 280 2XPL-T/4P57W/840 HFP C PI WH

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00	
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.39	0.38	0.39	0.38	0.37	0.33	0.33	0.30	0.33	0.30	0.29	
0.80	0.47	0.45	0.47	0.45	0.44	0.40	0.40	0.37	0.39	0.37	0.36	
1.00	0.54	0.50	0.53	0.51	0.49	0.46	0.45	0.43	0.45	0.43	0.41	
1.25	0.59	0.54	0.58	0.56	0.54	0.51	0.50	0.48	0.49	0.47	0.46	
1.50	0.63	0.57	0.62	0.59	0.57	0.54	0.53	0.51	0.53	0.51	0.49	
2.00	0.69	0.61	0.67	0.64	0.61	0.59	0.58	0.56	0.57	0.56	0.54	
2.50	0.72	0.64	0.70	0.66	0.63	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57	
3.00	0.74	0.65	0.72	0.68	0.65	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.59	
4.00	0.77	0.67	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.62	0.60	
5.00	0.79	0.67	0.76	0.71	0.67	0.66	0.64	0.64	0.63	0.63	0.61	

3. Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8 ALU

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00	
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.47	0.44	0.46	0.45	0.44	0.40	0.39	0.37	0.39	0.37	0.35	
0.80	0.55	0.52	0.54	0.53	0.51	0.47	0.47	0.44	0.46	0.44	0.43	
1.00	0.62	0.57	0.61	0.59	0.57	0.53	0.52	0.50	0.52	0.49	0.48	
1.25	0.68	0.62	0.66	0.64	0.61	0.58	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53	
1.50	0.72	0.65	0.70	0.67	0.64	0.61	0.61	0.59	0.60	0.58	0.57	
2.00	0.78	0.69	0.76	0.72	0.69	0.66	0.66	0.64	0.65	0.63	0.62	
2.50	0.82	0.72	0.79	0.75	0.71	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	
3.00	0.84	0.74	0.82	0.77	0.73	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	
4.00	0.87	0.75	0.84	0.79	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.68	
5.00	0.89	0.76	0.86	0.80	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.69	

4. Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00	
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.39	0.37	0.38	0.37	0.37	0.33	0.32	0.30	0.32	0.30	0.29	
0.80	0.46	0.43	0.45	0.44	0.43	0.39	0.39	0.36	0.38	0.36	0.35	
1.00	0.52	0.48	0.51	0.49	0.48	0.44	0.44	0.41	0.43	0.41	0.40	
1.25	0.57	0.52	0.56	0.54	0.52	0.49	0.48	0.46	0.47	0.46	0.44	
1.50	0.61	0.55	0.59	0.57	0.55	0.52	0.51	0.49	0.50	0.49	0.47	
2.00	0.66	0.59	0.65	0.61	0.59	0.56	0.56	0.54	0.55	0.53	0.52	
2.50	0.70	0.61	0.68	0.64	0.61	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	0.55	
3.00	0.72	0.63	0.70	0.66	0.62	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57	
4.00	0.75	0.65	0.73	0.68	0.64	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.58	
5.00	0.76	0.66	0.74	0.69	0.65	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.59	



El factor de reflexión, se define como la relación entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre la misma, se expresa en tanto por ciento y es distinto para diferentes colores. Para la luz blanca y para distintos colores y tonalidades exista la siguiente tabla empírica normalizada que da el valor de reflexión.

PARTE DE LA SALA	COLOR	FACTOR DE REFLEXION (ρ)
TECHO	MUY CLARO	0.7
	CLARO	0.5
	MEDIO	0.3
PAREDES	CLARO	0.5
	MEDIO	0.3
	OSCURO	0.1
SUELO	CLARO	0.3
	MEDIO	0.2
	OSCURO	0.1

1.3.3.7 CÁLCULO DEL FLUJO A INSTALAR

El siguiente paso es calcular el flujo total a instalar, para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta}$$

Donde:

$E \rightarrow$ Iluminancia media exigida por la norma UNE

$\phi_T \rightarrow$ flujo luminoso total

$x \rightarrow$ largo del local

$y \rightarrow$ ancho del local

$f_m \rightarrow$ factor de mantenimiento o de conservación de las luminarias

$\eta \rightarrow$ factor de utilización

1.3.3.8 CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS

Una vez calculado el flujo total ϕ_T , como conocemos el flujo que nos aporta cada luminaria ϕ_L (dato proporcionado por el fabricante), podemos calcular el número de luminarias a instalar mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L}$$



Donde:

$\phi_T \rightarrow$ flujo luminoso total

$N \rightarrow$ número mínimo de luminarias que se deben colocar

$\phi_L \rightarrow$ flujo luminoso de la lámpara

1.3.3.9 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS

La distribución de las luminarias más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas y columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas. Es posible reajustar el número de luminarias por exceso o por defecto, por cuestiones de uniformidad

1.3.4 Alumbrado interior

1.3.4.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS LÁMPARAS Y LUMINARIAS EMPLEADAS

Lámpara de descarga, Havells-Sylvania modelo SBH-S 250W HSL-SC, estas lámparas son de descarga de mercurio de baja presión, tienen un alto rendimiento luminoso (hasta 96 Lm /W) y baja pérdida de lúmenes a lo largo de su vida útil. Tienen una buena reproducción del color. Están recomendadas para interiores con techos elevados como fabricas, talleres...

Dependiendo del tipo de local en el que se encuentren las lámparas fluorescentes se han colocado tres tipos de luminarias distintas: la luminaria Philips empotrada, modelo TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI, ha sido colocada en la zona de oficinas, la luminaria Philips, modelo estanca TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65, que ha sido colocada en zonas húmedas como los servicios, aseos y la luminaria Philips montaje superficial TCS 640 1x35W/840 HFP C8 ALU, que ha sido colocada en la zona de almacenes.

Otro tipo de luminarias instaladas son las Down Light que dependiendo en la zona que nos encontremos se han utilizado dos tipos distintos: la luminaria Havells-Sylvania SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL) utilizada en zonas de oficinas, y la luminaria Philips FBS 280 2XPL-T/4P57W/840 HFP C PI WH utilizada en el hall recibidor debido a su gran altura.

Solución:

- **Piso superior de oficinas**

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Zona Ocio	18	Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Almacén	2	Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Zona ocio		
Medico	18	Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de espera	4	Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)



Fotocopias	6	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo Fotocopias	8	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Almacén de instalaciones	2	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 1	16	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 2	5	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 3	6	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 4	18	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 5	5	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Oficina Personal 1	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 2	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 3	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 4	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 5	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 6	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 7	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 8	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 9	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 10	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
I + D	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Almacén instalaciones	4	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Aseo Adaptado	2	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Espera 2	6	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Ingeniero 1	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Ingeniero 2	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Ingeniero 3	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Entrevistas	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Reuniones	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Wc Mujeres	3 + 2	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL) + Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Wc Hombres	3 + 2	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL) + Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Despacho 1	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 2	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 3	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 4	8	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Reuniones 1	8	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)



Sala de Reuniones 2	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Gerente	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Acceso Escaleras	3	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

- Oficinas planta baja**

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Pasillo	13	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Despacho 1	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 2	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 3	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Reuniones	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

- Vestuarios**

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Baños Hombres	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Baños Mujeres	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestuarios Hombres	4	Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65
Vestuarios Mujeres	4	Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65
Duchas Hombres	4	Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65
Duchas Mujeres	4	Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65

- Vestíbulos sótano**

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Vestíbulo 1	3	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Pasillo ascensor vestíbulo 1	3	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestíbulo 2	3	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Acceso escaleras vestíbulo 2	1	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Vestíbulo 4	3	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Acceso escaleras vestíbulo 4	1	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8



- Vestíbulos planta baja, 1º piso y 2º piso

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Vestíbulo 2 Planta baja	6	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Vestíbulo 3 Planta baja	2	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestíbulo 4 Planta baja	6	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Hall Recibidor	9	Down light → FBS 280 2XPL-T/4P57W/840 HFP C PI WH
Acceso a las oficinas planta baja	4	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestíbulo 21º piso	6	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestíbulo 2 2º piso	6	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

- Fabrica y almacenes

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Zona de Producción	90	Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC
Almacén de Conservas	15	Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC
Zona de Carga	12	Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC
Zona de Descarga	10	Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC
Almacén de Oficinas	14	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Almacén de Fabrica	28	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8

- Escaleras

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Escalera 1	11	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Escalera 2	13	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

1.3.5 Tabla resumen

Como resumen de la iluminación interior utilizada y la potencia necesaria para dicha iluminación tenemos la siguiente tabla:

Piso superior De oficinas	Nº de lámparas	Nº de luminarias	Potencia por lámpara (w)	Potencia Total (w)
Zona Ocio	2	18	26	936
Almacén Zona ocio	1	2	28	56
Medico	2	18	26	936
Sala de espera	2	4	26	208
Fotocopias	1	6	28	168



Pasillo Fotocopias	1	8	28	224
Almacén de instalaciones	1	2	28	56
Pasillo 1	1	16	28	448
Pasillo 2	1	5	28	140
Pasillo 3	1	6	28	168
Pasillo 4	1	18	28	504
Pasillo 5	1	5	28	140
Oficina Personal 1	2	30	26	1560
Oficina Personal 2	2	30	26	1560
Oficina Personal 3	2	30	26	1560
Oficina Personal 4	2	18	26	936
Oficina Personal 5	2	18	26	936
Oficina Personal 6	2	30	26	1560
Oficina Personal 7	2	18	26	936
Oficina Personal 8	2	18	26	936
Oficina Personal 9	2	30	26	1560
Oficina Personal 10	2	30	26	1560
I + D	2	18	26	936
Almacén instalaciones	1	4	28	112
Aseo Adaptado	1	2	28	56
Sala de Espera 2	2	6	26	312
Ingeniero 1	2	12	26	624
Ingeniero 2	2	12	26	624
Ingeniero 3	2	12	26	624
Sala de Entrevistas	2	9	26	468
Sala de Reuniones	2	12	26	624
Wc Mujeres	2	3	26	156
	+	+		+
	1	2	28	28
Wc Hombres	2	3	26	156
	+	+		+
	1	2	28	28
Despacho 1	2	12	26	624
Despacho 2	2	12	26	624
Despacho 3	2	12	26	624
Despacho 4	2	8	26	416
Sala de Reuniones 1	2	8	26	416
Sala de Reuniones 2	2	9	26	468
Gerente	2	12	26	624
Acceso Escaleras	1	3	28	84



TOTAL	985	533	-	25772
-------	-----	-----	---	-------

Oficinas planta baja	Nº de lámparas	Nº de luminarias	Potencia por lámpara (w)	Potencia Total (w)
Pasillo	1	13	28	364
Despacho 1	2	12	26	624
Despacho 2	2	12	26	624
Despacho 3	2	9	26	468
Sala de reuniones	2	9	26	468
TOTAL	97	55	-	2548

Vestuarios	Nº de lámparas	Nº de luminarias	Potencia por lámpara (w)	Potencia Total (w)
Baños Hombres	2	12	26	624
Baños Mujeres	2	9	26	468
Vestuarios Hombres	2	4	36	288
Vestuarios Mujeres	2	4	36	288
Duchas Hombres	2	4	36	288
Duchas Mujeres	2	4	36	288
TOTAL	74	37	-	2244

Vestíbulos sótano	Nº de lámparas	Nº de luminarias	Potencia por lámpara (w)	Potencia Total (w)
Vestíbulo 1	2	3	26	156
Pasillo ascensor vestíbulo 1	2	3	26	156
Vestíbulo 2	1	3	35	105
Acceso escaleras vestíbulo 2	1	1	35	35
Vestíbulo 4	1	3	35	105
Acceso escaleras vestíbulo 4	1	1	35	35
TOTAL	20	14	-	592



Vestíbulos planta baja, 1º piso y 2º piso	Nº de lámparas	Nº de luminarias	Potencia por lámpara (w)	Potencia Total (w)
Vestíbulo 2 Planta baja	1	6	35	210
Vestíbulo 3 Planta baja	2	2	26	104
Vestíbulo 4 Planta baja	1	6	35	210
Hall Recibidor	2	9	57	1026
Acceso a las oficinas planta baja	2	4	26	208
Vestíbulo 21º piso	2	6	26	312
Vestíbulo 2 2º piso	2	6	26	312
TOTAL	66	39	-	2382

ALMACENES Y FABRICA	Nº de lámparas	Nº de luminarias	Potencia por lámpara (w)	Potencia Total (w)
Zona de Producción	1	90	250	22500
Almacén de Conservas	1	15	250	3750
Zona de Carga	1	12	250	3000
Zona de Descarga	1	10	250	2500
Almacén de Oficinas	1	14	35	490
Almacén de Fabrica	1	28	35	980
TOTAL	169	169	-	33220

ALMACENES Y FABRICA	Nº de lámparas	Nº de luminarias	Potencia por lámpara (w)	Potencia Total (w)
Escalera 1	2	11	26	572
Escalera 2	2	13	26	676
TOTAL	48	24	-	1248

1.3.6 Alumbrado exterior

La nave no va a precisar de un alumbrado exterior debido a que en la cara que no se realiza actividad da al campo y las otras tres caras dan a las calles noria y dehesa donde se dispone de un alumbrado exterior potente debido a la existencia de la fábrica de marco.



1.3.7 Alumbrados especiales

Las instalaciones especiales destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen. Se distinguen tres tipos de alumbrado especial: de emergencia, de señalización y de reemplazamiento.

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

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior.

Sólo puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

La iluminación será, como, mínimo de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.

Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70% de su valor nominal.

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

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

- a) Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para evacuación de más de 100 personas.
- c) Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.



- d) Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- f) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- g) Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para cumplir las condiciones del articulado puede aplicarse la siguiente regla práctica para la distribución de las luminarias:

- Dotación: 5 lúmenes / m
- Flujo luminoso de las luminarias 4 h, siendo h la altura a las que estén instaladas las luminarias comprendida entre 2.00 y 2.50 metros.

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

Estará alimentado, al menos, por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica admitida.

En el eje de los pasos principales debe proporcionar una iluminación mínima de un lux.

Se situará en las salidas de los locales y dependencias indicados en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos.

Cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

1.3.7.1 SOLUCIÓN EMPLEADA

En el mercado existen aparatos que proporcionan en el mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que se utilizará en este caso.

En concreto, se utilizarán Luminarias de Emergencia de la marca LEGRAND.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situarán a una altura de 2.30m respecto del suelo, justo encima de los marcos de las puertas, excepto en la planta de producción, que se colocarán a una altura de 3m respecto del suelo.

La solución adoptada se encuentra detallada ampliamente en el apartado 2.2.8 del documento de cálculos donde se especifican el número y tipo de luminarias.

1.4 Conductores y distribución en baja tensión

1.4.1 Introduccion

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Se va a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, la instalación es de baja tensión y han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos corriente alterna trifásica 400 / 230 V.

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

1.4.2 Factores para el calculo de cables

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

1. Calentamiento de los conductores.
2. Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores.

1. Calentamiento de los conductores

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \text{ Calorías}$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de



temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

ΔT = incremento admisible de la temperatura.

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales.

I_n = intensidad nominal en condiciones normales.

I = intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad I crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITC BT 19), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.



En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible, según nuestra instalación varíe de las condiciones normales; como disposición de los cables, resistividad térmica del suelo (para cables subterráneos), clase de recubrimiento, temperatura ambiente, etc.

2. Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 6,5% para la fuerza.

1.4.3 Prescripciones generales

1.4.3.1 CONDUCTORES ACTIVOS

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 30° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas en una tabla en la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.4.3.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.



Tabla 2.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
S < 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

(*) Con un mínimo de:
 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica
 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

Para otras condiciones se aplicará la norma UNE 20.460 -5-54, apartado 543.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto. Los sistemas a utilizar estarán de acuerdo con los indicados en la norma UNE 20.460-3. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia mecánica, según ITC-BT 21 para canalizaciones empotradas.

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm², se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm².

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

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

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

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 1000 x U ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.

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



Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

1.4.4 Sistemas de canalización

1.4.4.1 CANALIZACIONES

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

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

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

1.4.4.2 TUBOS PROTECTORES

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

Los tubos deberían soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70° C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la instrucción ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.



- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados 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 materia aislante y no propagadora de llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- 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 montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrán en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- 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 coloquen 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. 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.
- 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.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.



Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta 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.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La elección de los tubos con sus diámetros correspondientes está especificada en el documento CÁLCULOS del presente proyecto.

1.4.5 Receptores

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase del local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación, necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes externos a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.4.5.1. RECEPTORES PARA EL ALUMBRADO

Las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de la lámpara. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.



- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,90, cumpliendo así con lo dispuesto en la ITC BT 44.

1.4.5.2 RECEPTORES A MOTOR

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

1.4.5.2.1 Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

1.4.5.2.2 Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.4.6 Tomas de corriente

Se ha dotado a las tomas de corriente con un factor de utilización sobre su potencia total, y así, para el cálculo de la sección se ha tenido en cuenta igualmente, la fracción de la potencia total obtenida de multiplicar ésta por el factor de utilización.

El cálculo de la potencia a instalar en las tomas de corriente se encuentra en el documento CÁLCULOS del presente proyecto.

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

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T)
- Tomas de corriente monofásica para los ordenadores (SAI).
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (3P+T)

1.4.7 Proceso para el calculo de las secciones

1. Se diferencian los cálculos de fuerza y alumbrado.
2. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
3. Se calcula la sección según la intensidad admisible.

4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que pueden darse.
5. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan.

La caída de tensión por línea depende de donde se encuentre ésta y de la función a la que ha sido encomendada. Así, para la acometida, que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, es permitida una caída de tensión tal que para la fuerza y el alumbrado se permiten un 6,5 % y un 4,5 % de la tensión nominal respectivamente. Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

Monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi} \qquad e = \frac{2LI \cos \varphi}{S\gamma}$$

Trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi} \qquad e = \frac{\sqrt{3}LI \cos \varphi}{S\gamma}$$

Donde:

I = intensidad nominal (A).

P = potencia consumida (W).

V = tensión nominal (V).

Cos φ = factor de potencia .

e = caída de tensión en voltios.

L = longitud de la línea en metros.

γ = conductividad del material del conductor (56 para el cobre, 35 para el aluminio).

S = sección del cable en mm².

1.4.8 Normas para la elección del cable

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



1. El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.

2. La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña).

La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.

3. El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación.

Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

1.4.9 Normas para la elección del tubo

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución se ha atendido a lo dispuesto en la ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno.
- 70° C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la ITC BT 21 del citado reglamento. En estas tablas viene expresado el diámetro exterior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

Para tubos en canalizaciones fijas en superficie, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para tubos en canalizaciones empotradas, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para canalizaciones aéreas o con tubos al aire, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo

tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

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

El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a se clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos nos estarán separados entre si más de 25 metros.

Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante

1.4.10 Soluciones adoptadas

1. Conductores.

RZ1-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN, (para la acometida).

Conductor: Cobre recocido flexible clase 5.

Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.

Cubierta: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

Tª de servicio:

Servicio permanente: 90°.

Cortocircuito: 250°.

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN, (para instalaciones interiores).

Conductor: Cobre recocido flexible clase 5.

Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.

Cubierta: PVC.

Tª de servicio:

Servicio permanente: 90°.

Cortocircuito: 250°.

H07V-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN, (para las instalaciones de la zona de oficinas).

Conductor: Cobre recocido flexible clase 5.

Aislamiento: PVC.

Tª de servicio:

Servicio permanente: 90°.

Cortocircuito: 160°.



Tendrán sección suficiente para las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

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

2. Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes:

a) Acometida:

La acometida partirá desde el centro de transformación hasta el cuadro general en el interior de la nave. Ira enterrado a 0,4m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por tres conductores unipolares de 240mm² y el neutro por tres cable unipolares de 120 mm². Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol y separada cada terna de cables 2 veces el diámetro del conductor unipolar como mínimo. El diámetro del tubo de la acometida será de 225 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R, de resistencia de aplastamiento 450 N. Se esta sobredimensionando la acometida a la intensidad nominal del transformador, esto es debido a posibles ampliaciones en el futuro.

b) Canalización general:

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado, se llevará canalizado desde el C.G.D. a los diferentes cuadros auxiliares de la empresa. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, adaptándose a las diferentes alturas de la nave. Las bajantes de la bandeja a los cuadros y a los circuitos de alumbrado y fuerza se realizaran mediante tubo rígido de PVC. Para los cuadros que no se encuentren en la nave (oficinas, vestuarios, almacenes..) las canalizaciones serán de tubo flexible empotrado.

c) Derivaciones:

La derivación de esta canalización a las diferentes máquinas se realizará a través de tubo flexible recubierto en canalización enterrada a 20 cm de profundidad.

Así mismo las derivaciones a la zona de oficinas, vestuarios, almacenes se realizarán a través de tubo de PVC que irá a través de falso techo y por catas.



Además se realizará la instalación de alumbrado de emergencia y señalización por medio de tubo grapado a la pared y tubo flexible empotrado.

1.5 Protecciones en baja tensión

1.5.1 Introducción

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC BT 22, ITC BT 23, ITC BT 24; se deben considerar las siguientes protecciones:

- a) Protección de la instalación
 - Contra sobrecargas.
 - Contra cortocircuitos.
- b) Protección de las personas
 - Contra contactos directos.
 - Contra contactos indirectos.

1.5.2 Conceptos básicos

Para la realización de la protección de la nave se han de tener en cuenta una serie de conceptos básicos:

- **Interruptor diferencial:** es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por la falta de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos. Dicho interruptor provocará la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.
- **Conductor eléctrico:** se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente suelen ser hilos de cobre.
- **Interruptor automático:** es un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales, así como de establecer y soportar durante un tiempo corrientes de cortocircuito



El interruptor automático consta de:

1. Cámara de extinción: absorbe el arco que se produce al abrir y cerrar los contactos
2. Mecanismo de apertura y cierre: lo que hace es abrir y cerrar el contacto
3. Disparadores: es el que manda abrir este mecanismo de apertura: Hay de dos tipos:

a) Disparadores primarios:

- Térmicos: Verifica si se produce una sobrecarga
- Electromagnéticos: para verificar cortocircuitos. A partir de 125A el disparador es regulable.

b) Disparador secundario: Siempre está conectado a un contacto auxiliar que está alimentado a una fuente de alimentación. Este disparador también se puede utilizar para el rearme de automático, además de una determinada condición que nosotros hayamos impuesto.

- **Interruptor magnetotérmico:** Es un pequeño interruptor automático. Tiene las mismas partes que un interruptor automático excepto que no tienen disparadores secundarios. Además no son regulables. Es el elemento responsable del corte de la corriente con el fin de protegernos. Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Para su funcionamiento, los interruptores magnetotérmicos aprovechan dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va a hacia la carga.
- **Fusible:** Es un aparato de conexión que provoca la apertura del circuito por fusión debido al calentamiento, de uno o varios elementos destinados a ese fin.

Tiene 2 componentes:

1. Portafusibles: es la parte fija donde se coloca el fusible
2. Fusible: está formado por un cartucho aislante donde en su interior está el conductor, la parte metálica donde se va a fundir. Luego también tiene dentro aire vacío.

La característica del fusible es que tiene un alto poder de corte (hasta 100 KA) y tiene el inconveniente de que no se puede rearmar.



1.5.3 Protección de la instalación

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

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

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

1.5.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve, sin embargo si la duración es larga se producirán daños, ya que los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

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

La medida directa de la temperatura se realiza por medio de una imagen térmica o relé térmico más o menos aproximada que reproduce las condiciones de carga y calentamiento del objeto que se ha de proteger.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas vienen indicados en la instrucción ITC BT 22 y son los siguientes:

- Cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte.



1.5.3.2 PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS

Es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre los cortocircuitos:

- **Corriente de cortocircuito**

Es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito mientras este dure.

La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito, la componente de corriente continua se atenúa hasta anularse.

- **Corriente alterna de cortocircuito**

Es la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones.

- **Impulso de la corriente de cortocircuito**

Es el máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor de cresta. Varía según el momento en que se produzca el cortocircuito.

- **Corriente alterna inicial de cortocircuito**

Es el valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

- **Corriente permanente de cortocircuito**

Es el valor eficaz de la corriente alterna que permanece después de finalizado el proceso de amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, en los generadores se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de las bornas y a la excitación nominal.

- **Potencia inicial de cortocircuito**

Es igual al producto entre la intensidad de la corriente alterna inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación.

- **Retardo mínimo de desconexión**

Es el tiempo que transcurre entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor.



El retardo mínimo de desconexión viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionado.

- **Tipos de cortocircuito según las clases de defecto**

Cortocircuitos tripolares, cortocircuitos bipolares, cortocircuitos bipolares con contacto a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

- **Impedancia de cortocircuito**

Es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito. Lo que caracteriza a los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, es que el valor de la intensidad que circula es muy grande. La intensidad permanente de cortocircuito suele ser superior a 10 veces la intensidad nominal de la instalación.

En los casos en que se produzcan cortocircuitos lo que interesa, es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano al cortocircuito.

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos vienen indicados en la instrucción ITC BT 22 y son los siguientes:

- Cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático con sistema de corte omnipolar.

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

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

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC BT 22, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.5.3.3 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

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



- **Corriente de cortocircuito máxima:**

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

Estas corrientes se utilizan para determinar:

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

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima tendremos en cuenta todo lo que hay aguas arriba del interruptor automático a calcular. Dicha corriente se calculará mediante las siguientes expresiones, en función de si es un cortocircuito tetrapolar o bipolar:

$$I_{cc \max} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_d|} \qquad I_{cc \max} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot |Z_d|}$$

Donde:

I_{cc} : corriente de cortocircuito eficaz en A.

c : variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1

U_n : tensión entre fases en vacío del secundario del transformador (400 o 230 V)

Z_d : impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en Ω

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

$$PdC > I_{cc \max}$$

Siendo el PdC el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos que escogeremos.

- **Corriente de cortocircuito mínima:**

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuito con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuitos.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:



$$I_{cc \min} = \frac{c \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_d + Z_o|}$$

Donde:

I_{cc} : corriente de cortocircuito eficaz en A.

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

U_n : tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d : Es la impedancia directa teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito

Z_o : Es la impedancia homopolar

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

$$I_{reglamentaria} < I_n < I_{admisible}$$

Donde:

$I_{reglamentaria}$: es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_r = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

I_{adm} : es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT-19.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga teniendo en cuenta los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, de forma que la $I_{cc \min}$ sea mayor o igual que la corriente de magnetización, siendo esta corriente para cada curva:

Curva B: $I_{mag} = 5I_n$

Curva C: $I_{mag} = 10I_n$

Curva D: $I_{mag} = 20I_n$

1.5.3.4 CALCULO DE LAS IMPEDANCIAS

- **Impedancia directa (Z_d)**

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:



- Un elemento resistivo puro R.
- Un elemento inductivo puro X, llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y de X. Después se suman aritméticamente por separado:

$$Z_d = Z_{MT} + Z_{TRAFO} + Z_{APARAMENTA} + Z_L$$

- **Impedancia de la línea MT (Z_{MT})**

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (400MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_{RED(M.T)} = \frac{U_{M.T}^2}{S_{CC}}$$

Donde:

- $Z_{RED(M.T)}$: Impedancia de la red de media tensión
- S_{CC} : Potencia de cortocircuito, la da la compañía eléctrica
- $U_{M.T}$: Tensión de la red de media tensión

- **Impedancia del transformador (Z_{TRAFO})**

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_{TRAFO} = U_{CC} \frac{U_{B.T}^2}{S_n}$$

Donde:

- U_{CC} : Tensión de cortocircuito del transformador
- Z_{TRAFO} : Impedancia del transformador
- S_n : Potencia del transformador en KVA
- U_{bt} : Tensión de vacío del transformador

La resistencia y la reactancia, tanto del transformador como del aparellaje de alta tensión lo podemos considerar despreciable, con el motivo de ahorrar cálculos prácticamente innecesarios.

- **Impedancia de los conductores (Z_L)**

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$Z_{CONDUCTORES} = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

- ρ : Resistividad del conductor
- L : Longitud de los conductores
- S : Sección de los conductores

- **Impedancia de los automatismos (Z_{AUT})**

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas, etc.) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de $0,15 \text{ jm } \Omega$

$$Z_{APARAMENTA} = n^\circ \cdot 0,00015$$

En el n° de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole como diferenciales, relés, fusible, etc

- **Impedancia directa nueva ($Z_{d_{nueva}}$)**

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la Z_d de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva Z_L , hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ellos se hace la siguiente transposición:

$$Z_{Conductores}(T = \text{cortocircuito}) = Z_{Conductor(20^\circ\text{C})} \cdot [1 + \alpha(T - 20)]$$

Donde:

- $\alpha = 4 \cdot 10^{-3}$
- $T(\text{XLPE}) = 250$
- $T(\text{PVC}) = 160$

- **Impedancia homopolar (Z_o)**

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea:

$$|Z_o| = \sqrt{\left(\sum Z_{Conductores(o)}\right)^2 \cdot \left(Z_{RED(B.T)(o)} + Z_{TRAFO(o)} + Z_{APARAMENTA(o)}\right)^2}$$



1.5.4 Protección de las personas

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

a) Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto de aislamiento, etc.

b) Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores superiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos superiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

La tensión límite convencional según la instrucción ITC BT 24 es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El Reglamento Electrotécnico para Baja tensión fija unos valores de tensiones máximos de contacto que son:

- En locales o emplazamientos húmedos 24 V.
- En locales secos la tensión será inferior a 50 V.

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

1.5.4.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfecha en las instalaciones la protección contra contactos directos se llevará a cabo alguno de los métodos indicados en la Norma UNE 20.460 que son:



- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente a un valor no superior a 1 mA.
- Protección por medio de barreras o envolventes; las partes activas se situarán en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB según UNE 20.324.
- Protección por medio de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.
- Protección por alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen que no sea posible un contacto fortuito con las manos por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual; 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; tales dispositivos no constituyen por sí mismos una medida de protección completa.

En la instalación se adoptará principalmente que todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.5.4.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución; siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y 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, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.



Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

R_A = suma de las resistencias de tina de tierra y de los conductores de protección de las masas.

I_A = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

U = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles interruptores automáticos.

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

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

-En locales secos: $R < (50/I_s)$

-En locales húmedos o mojados: $R < (24/I_s)$

Siendo I_s la sensibilidad en mA.

1.5.5 solución adoptada

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial con toroide para sensibilidad de 2 A para que tenga selectividad.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor automático a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

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

En el CGP $I_s = 2A.$

En las derivaciones $I_s = 600mA$



En la salida al circuito de alumbrado $I_s = 30 \text{ mA}$.

En la salida al circuito de alumbrado $I_s = 300 \text{ mA}$.

Los elementos de protección utilizados son de la marca MERLIN GUERIN. A su elección se tendrá en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

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

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo. Como se ha mencionado anteriormente se instalarán interruptores diferenciales con toroide en el CGP e interruptores diferenciales de carril DIN en los cuadros auxiliares

Cuadro general de distribución

ENTRADA:

La entrada vendrá en la sección de la acometida con cable de RZ1-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN Sección: $3 \times (3 \times 240/120) \text{ mm}^2$.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 700 A
- Poder de corte: 25kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Línea Cuadro secundario 1.

Sección del cable: $3 \times 16/16 + 16 \text{TT} \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 50 A
- Poder de corte: 25kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 50 A
- Sensibilidad: 2A
- N° de polos: III+N

Línea Cuadro secundario 2.

Sección del cable: 3x50/25+25TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 100 A
- Poder de corte: 25kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 100 A
- Sensibilidad: 2A
- N° de polos: III+N

Línea Cuadro secundario 3.

Sección del cable: 9x25/50+50TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 160 A
- Poder de corte: 25kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 160 A
- Sensibilidad: 2A
- N° de polos: III+N

Línea Cuadro secundario 4.

Sección del cable: 9x35/70+70TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 200 A
- Poder de corte: 25kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 200 A
- Sensibilidad: 2A
- N° de polos: III+N

Línea Cuadro secundario 5.

Sección del cable: 3x6/6+6TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 20 A
- Poder de corte: 25kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 20 A
- Sensibilidad: 2A
- N° de polos: III+N

Línea Cuadro secundario 6.

Sección del cable: 3x16/16+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 40 A
- Poder de corte: 25kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 40 A
- Sensibilidad: 2A



- Nº de polos: III+N

Línea Cuadro secundario 7.

Sección del cable: $3 \times 10/10 + 10TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 32 A
 - Poder de corte: 25kA
 - Nº de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 32 A
 - Sensibilidad: 2A
 - Nº de polos: III+N

Línea Cuadro secundario 8.

Sección del cable: $3 \times 10/10 + 10TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 32 A
 - Poder de corte: 25kA
 - Nº de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 32 A
 - Sensibilidad: 2A
 - Nº de polos: III+N

Línea Cuadro secundario 9.

Sección del cable: $9 \times 35/70 + 70TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 250 A
 - Poder de corte: 25kA



- Nº de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial con toroide de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 250 A
- Sensibilidad: 2A
- Nº de polos: III+N

Línea de la Batería de condensadores.

Sección del cable: $3 \times 95/50 + 50TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 200 A
- Poder de corte: 25kA
- Nº de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 200 A
- Sensibilidad: 300mA
- Nº de polos: III+N

Cuadro Secundario 1

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 16/16 + 16TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 50 A
- Poder de corte: 10kA
- Nº de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuito 11.

Sección del cable: $4/4 + 4TT \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 12.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 13

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA



- N° de polos: I+N

Circuito 14.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 15

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 16

Sección del cable: 3x 2.5+2.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III



- Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 17

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 18

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 19

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 20

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 21

Sección del cable: $3 \times 2.5/2. + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A

- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 22.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 23.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 24.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA

- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 25

Sección del cable: $2.5/2.5+2.5TT \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 26.

Sección del cable: $1.5/1.5+1.5TT \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 27.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 28.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 29.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 30.

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Cuadro secundario 2

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 50/25 + 25 \text{TT} \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 100 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuito 31.

Sección del cable: $6/6 + 6 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A



- Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 32.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 33.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 34.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 35

Sección del cable: 3x2.5+2.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 36

Sección del cable: 3x2.5+2.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 37.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 38.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 39

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 40.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 41

Sección del cable: 3x2.5+2.5TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III



Circuito 42

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 43.

Sección del cable: $4/4 + 4 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 44.

Sección del cable: $4/4 + 4 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B



- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 45.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 46.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 47

Sección del cable: 3x2.5+2.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 48

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 49.

Sección del cable: $4/4 + 4 \text{TT} \text{ mm}^2$

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A



- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 50.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 51.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 52.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N



- Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 53

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 54

Sección del cable: $4/4 + 4 \text{TT } \text{mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 55.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 56.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 57.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 58.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 59

Sección del cable: 3x2.5+2.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 60

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN



Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 61.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 62.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 63.

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 64.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 65

Sección del cable: 3x2.5+2.5TT mm^2
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 66

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Cuadro secundario 3

ENTRADA:

Sección del cable: 9x25/50+50TT mm^2

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 160 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuito 67

Sección del cable: 3x6/6+6TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 20 A

- Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 20 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - N° de polos: III+N

Circuito 68

Sección del cable: $3 \times 35/16 + 16TT \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 100 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 100 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - N° de polos: III+N

Circuito 69

Sección del cable: $3 \times 6/6 + 6TT \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 25 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 25 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - N° de polos: III+N

Circuito 70

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 71

Sección del cable: $3 \times 10 + 10 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 25 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 25 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 72.

Sección del cable: $4/4 + 4 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 73.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 74.

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 75.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N
-

Circuito 76

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 77

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA



- N° de polos: III

Cuadro secundario 3.1

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 6/6+6TT \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 20 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

SALIDAS:

Circuito 78

Sección del cable: $3 \times 10+10TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 6 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 6 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 79

Sección del cable: $3 \times 4+4TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 6 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 80

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT} \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Cuadro secundario 3.2

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 35/16 + 16 \text{TT} \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 100 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

SALIDAS:

Circuito 81

Sección del cable: $3 \times 10 + 10 \text{TT} \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 20A



- Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 20 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 82

Sección del cable: $3 \times 4 + 4TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 6A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 6 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 83

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 6A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 6 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 84

Sección del cable: 3x25+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 40A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 40 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 85

Sección del cable: 3x2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 6A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 6 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 86

Sección del cable: 3x10+10TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 20A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 20 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 87

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 88

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III



Cuadro secundario 3.3

ENTRADA:

Circuito 89

Sección del cable: $3 \times 6/6+6TT \text{ mm}^2$
RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 25 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

SALIDAS:

Circuito 89

Sección del cable: $3 \times 6+6TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 90

Sección del cable: $3 \times 2.5+2.5TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 6A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 91

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 92

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 93

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN



Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 6 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Cuadro secundario 4

ENTRADA:

Sección del cable: 9x35/70+70TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 200 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuito 401

Sección del cable: 3x16+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 25A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 25 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III



Circuito 402

Sección del cable: 3x10+10TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 403

Sección del cable: 3x10+10TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuito 404

Sección del cable: 3x6+6TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Circuito 405

Sección del cable: 3x35+16TT mm^2

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 125A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 125 A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: III

Cuadro secundario 5

ENTRADA:

Sección del cable: 3x6/6+6TT mm^2

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 20 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuito 96.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A

- Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 97.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 98.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 99.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 100.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 101.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 102.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 103.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 104.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN



Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 105

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 106.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 107.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N
-

Circuito 108.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 109.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 110.

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 111

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 112

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Cuadro secundario 6

ENTRADA:

Sección del cable: 3x16/16+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 40 A
- Poder de corte: 25kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuito 113.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 114

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 115.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 116.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 117.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 118.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 119

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 120

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 121

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A



- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 122.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 123.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 124

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA

- Nº de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - Nº de polos: I+N

Circuito 125.

Sección del cable: 10/10+10TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - Nº de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - Nº de polos: I+N

Circuito 126.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - Nº de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - Nº de polos: I+N

Circuito 127.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2



H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 128

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 129.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A

- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 130.

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 131.

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 132.

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA

- Nº de polos: I+N
- Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - Nº de polos: I+N

Circuito 133.

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - Nº de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - Nº de polos: I+N

Circuito 134.

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - Nº de polos: I+N
 - Curva B

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - Nº de polos: I+N

**Cuadro secundario 7****ENTRADA:**

Sección del cable: $3 \times 10/10 + 10TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 32 A
 - Poder de corte: 25kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C

SALIDAS:Circuitos 135 a 140.

Sección del cable: $1.5/1.5 + 1.5TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 141.

Sección del cable: $10/10 + 10TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:



- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 142

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 143 y 144.

Sección del cable: 3x2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Circuitos 145 a 160

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A

- Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 161

Sección del cable: $2.5/2.5+2.5TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 162 y 163

Sección del cable: $4/4+4TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
- Características principales:
- Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N



Cuadro secundario 8

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 10/10 + 10TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 32 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C

SALIDAS:

Circuitos 164 a 176.

Sección del cable: $1.5/1.5 + 1.5TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva B
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuito 177 a 179

Sección del cable: $2.5/2.5 + 2.5TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 10kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuito 180 y 181.

Sección del cable: $3 \times 2.5 + 2.5 \text{TT } \text{mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - N° de polos: III

Cuadro secundario 9

ENTRADA:

Sección del cable: $9 \times 35/70 + 70 \text{TT } \text{mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 250 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C

SALIDAS:

Circuito 901

Sección del cable: $3 \times 25/25 + 16 \text{TT } \text{mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N



- Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - N° de polos: III+N

Circuito 902

Sección del cable: 3x25/25+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - N° de polos: III+N

Circuito 903

Sección del cable: 3x70/35+35TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 50 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 50 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - N° de polos: III+N

Circuito 904

Sección del cable: 3x25/25+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 600mA
- N° de polos: III+N

Circuito 905

Sección del cable: $3 \times 25/25 + 16TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 600mA
- N° de polos: III+N

Circuito 906

Sección del cable: $3 \times 50/25 + 25TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 40 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 400 A



- Sensibilidad: 600mA
- N° de polos: III+N

Circuito 907

Sección del cable: $3 \times 50/25 + 25TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - N° de polos: III+N

Circuito 908

Sección del cable: $3 \times 50/25 + 25TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - N° de polos: III+N

Circuito 909

Sección del cable: $3 \times 50/25 + 25TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 50 A
 - Poder de corte: 22kA

- Nº de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 50 A
 - Sensibilidad: 600mA
 - Nº de polos: III+N

Circuito 910

Sección del cable: $3 \times 50/25 + 25TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 100 A
 - Poder de corte: 22kA
 - Nº de polos: III+N
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 100 A
 - Sensibilidad: 300mA
 - Nº de polos: III+N

Cuadro secundario 9.1

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 25/25 + 16TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - Nº de polos: III+N
 - Curva C



SALIDAS:

Circuitos 186 y de 789 a 204

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuitos 187

Sección del cable: 6/6+6TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Circuitos 188

Sección del cable: 10/10+10TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: I+N



- Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Cuadro secundario 9.2

ENTRADA:

Sección del cable: 3x25/25+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C

SALIDAS:

Circuitos 205 a 224

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Cuadro secundario 9.3

ENTRADA:

Sección del cable: 3x70/35+35TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 50 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuitos 225 a 230

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuitos 231 a 238

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N



Cuadro secundario 9.4

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 25/25 + 16TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuitos 242 a 247, 250, 251, 253, 256 a 260, 264

Sección del cable: $1.5/1.5 + 1.5TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuitos 252, 262, 263

Sección del cable: $6/6 + 6TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuitos 248, 254, 255, 261

Sección del cable: 10/10+10TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuitos 249

Sección del cable: 16/16+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Cuadro secundario 9.5

ENTRADA:

Sección del cable: 3x25/25+16TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuitos 265, 267 a 272, 274 a 276, 278 a 284

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuitos 273, 277

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N



Circuitos 266

Sección del cable: 4/4+4TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Cuadro secundario 9.6

ENTRADA:

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 40 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C

SALIDAS:

Circuitos 285 a 294

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:



- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuitos 295 a 302

Sección del cable: 2.5/2.5+2.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C
- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Cuadro secundario 9.7

ENTRADA:

Sección del cable: 3x50/25+25TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C

SALIDAS:

Circuitos 303 a 322

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 22kA



- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Cuadro secundario 9.8

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 50/25 + 25TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 16 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C

SALIDAS:

Circuitos 323 a 340

Sección del cable: $1.5/1.5 + 1.5TT \text{ mm}^2$
H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Poder de corte: 22kA
 - N° de polos: I+N
 - Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN
Características principales:
 - Calibre: 10 A
 - Sensibilidad: 30mA
 - N° de polos: I+N

Cuadro secundario 9.9

ENTRADA:

Sección del cable: $3 \times 50/25 + 25TT \text{ mm}^2$



H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 50 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: III+N
- Curva C

SALIDAS:

Circuitos 341 a 344

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N

Circuitos 345 a 354

Sección del cable: 1.5/1.5+1.5TT mm^2

H07V-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Poder de corte: 22kA
- N° de polos: I+N
- Curva C

- Interruptor diferencial de la marca MERLIN GUERIN

Características principales:

- Calibre: 16 A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: I+N



1.6 Puestas a tierra

1.6.1 Introduccion

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

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

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Locales húmedos	24 voltios.
Locales secos	50 voltios.

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

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

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

1.6.1.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

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

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las



consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

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

Para ello es necesario conocer:

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

1.6.1.2 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

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

1) El terreno.

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

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

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

La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

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

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

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



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

2) Tomas de tierra.

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

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

1.- Electrodo.

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

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

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor de línea principal de tierra.

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

2.- Líneas de enlace con tierra.

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.



3.- Punto de puesta a tierra.

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

3) Línea principal de tierra.

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm^2 de sección.

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

4) Derivaciones de las líneas principales de tierra.

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC BT 18.

5) Conductores de protección.

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

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

1.6.2 Elementos a conectar a la toma de tierra

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



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

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

1.6.3 solución adoptada

El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m. El conductor abarca todo el perímetro de la nave, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

El número total de picas será 8, y toda la red estará unida al mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al borneo principal de tierra del cuadro general a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro, desde donde partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.



1.7 Corrector del factor de potencia

1.7.1 Generalidades

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos. Esto provoca un consumo de energía que no es aprovechado directamente por los receptores. La energía reactiva está representada por el $\cos\phi$ o factor de potencia.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento (tipo de motor, velocidad, carga), y es independiente del rendimiento propio de estos receptores.

1.7.2 Ventajas de un elevado factor de potencia

Las ventajas de un buen factor de potencia se pueden resumir en las siguientes:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas. Entre estas se pueden describir:

- a) Disminución de la caída de tensión en las líneas.
- b) Reducción del dimensionamiento de las líneas.
- c) Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea.

La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.

- d) Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación.

Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente S para una misma potencia activa P disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.

- e) Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.
- f) Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores:

$$0.9 < \cos\phi < 1$$

1.7.3 Métodos para mejorar el factor de potencia

1.7.3.1 PROCEDIMIENTOS DIRECTOS

Actúan directamente sobre la causa misma del bajo factor de potencia, es decir, procura en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas normales de la instalación.



Los más importantes son:

- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.
- Sustituir los motores defectuosos fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.

1.7.3.2 PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS

Consisten en compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores. Para este tipo de procedimientos se utilizan compensadores que se dividen en:

- Compensadores giratorios, también llamados compensadores síncronos. Son motores síncronos trabajando sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos o condensadores, pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

1.7.3.3. ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN

Aunque a la hora de realizar la instalación se tendrán en cuenta todos los casos expuestos en la compensación directa, considerando que aún así el factor de potencia no es el adecuado se optará por realizar una compensación indirecta con una batería de condensadores.

1.7.4 Clasificación y elección de la compensación

1.7.4.1 CLASIFICACIÓN POR LA SITUACIÓN DE LA COMPENSACIÓN

a) Situación en cabecera

Si los condensadores están situados en cabecera de la instalación, se conseguirá la reducción del consumo de energía reactiva y por tanto se evitarán las penalizaciones económicas por un consumo excesivo de dicha energía.

También se conseguirá ajustar la potencia aparente “S”, a lo que se necesite en la instalación.

Pero, la corriente reactiva estará presente en toda la instalación, ya que la compensación está en la cabecera, con lo cual no se conseguirá disminuir las pérdidas por efecto Joule.

b) Situación en cada receptor inductivo



Si se sitúan los condensadores en los bornes de cada uno de los receptores de tipo inductivo, se consigue, además de evitar las penalizaciones por consumo de energía reactiva y ajustar “S” a la necesidad real, reducir las pérdidas por efecto Joule de los cables, ya que la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de su consumo y por tanto no circula en los cables de la instalación.

c) Situación en una zona intermedia

Situando los condensadores en una zona intermedia, se conseguirá evitar la penalización por consumo de energía reactiva y se reducirán por tanto las pérdidas por efecto Joule.

1.7.4.2 ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN PARA LA COMPENSACIÓN

En este caso la segunda opción de compensación individual no es viable ya que son numerosos, y de poca potencia, los receptores con carga inductiva, con lo cual resultaría imposible la compensación individual.

Por otro lado la longitud de los conductores es relativamente corta con lo cual la diferencia de las pérdidas por efecto Joule no va a ser importantes.

Se optará por una compensación en la cabecera de la instalación.

1.7.4.3 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CONDENSADOR

a) Compensación fija

Con este tipo de compensación, en todo momento los condensadores están suministrando una energía reactiva fija, que debe ser consumida en su totalidad por el receptor. De no ser así la red absorbería energía capacitiva.

b) Compensación automática (variable)

La compensación automática se realiza con un equipo de condensadores que se adecuan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el $\cos\phi$ objetivo.

El equipo de compensación automático, o batería de condensadores, está compuesto de un regulador, que mide el $\cos\phi$ de la instalación y conecta los distintos escalones de energía reactiva, contactores, que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia.

1.7.4.4 ELECCIÓN DEL TIPO DE COMPENSACIÓN

Si se elige una compensación fija para la instalación, en los momentos en los que la potencia reactiva de la instalación sea menor que la potencia que suministran los condensadores, se estará introduciendo energía capacitiva en la red.



Según lo establecido en el reglamento de baja tensión; se podrá realizar la compensación de energía reactiva “pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva” por tanto el $\cos\phi$ de la instalación en el punto de conexión con la compañía nunca podrá ser capacitivo.

Para que esto no ocurra se elegirá compensación automática para la instalación ya que el consumo de energía reactiva de la instalación no va a ser siempre el mismo, variará en función de las cargas inductivas conectadas (luminarias, motores, etc).

Así que se colocará un equipo de compensación automática en cabecera de la instalación del edificio, para compensar la energía reactiva consumida por la totalidad de las cargas inductivas de la instalación.

1.7.5 Características técnicas del equipo de compensación automática

Batería de condensadores elegida

Fabricante: MERLIN GUERIN

Modelo: AUT.RECTIMAT 2 120Kvar 400V

Características:

Tensión asignada: 400 V trifásicos, 50 Hz.

Tolerancia sobre la capacidad: 0, +10%.

Nivel de aislamiento: 0,66 KV.

Corriente máxima admisible: 1,3 In (400 V).

Grado de protección: IP 31.

Auto transformador 400 / 230 integrado

Normas: CEI 439-1, EN 60439.

1.8 Centro de transformación

1.8.1 Introducción

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizará a partir del centro de transformación propiedad de la empresa, ubicado en un local de uso exclusivo y de fácil acceso. En el se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llegará la acometida de alta tensión a 13.2 KV subterránea, y en el se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente.

Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante un transformador de 800 KVA.

REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES



Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de transformación, e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 3.275/82, de noviembre de 1982).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de agosto de 2002).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica (Real Decreto 1075/1986 de 2 de mayo de 1986).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

1.8.2 Características generales del centro de transformación

La acometida será subterránea, se alimentará de la red de Media Tensión, el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13,2 KV y a una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Iberdrola.

Dadas las características de ubicación de la parcela en la que se emplaza la nave, la empresa suministradora, clasifica el centro de transformación objeto de estudio como centro de transformación de abonado. Por lo que se considerará la llegada de una única línea de media tensión, y no será necesaria la instalación de una celda de salida.

El centro de transformación será prefabricado de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según la norma UNE-20.099-90 de la marca ORMAZABAL. Se encuentra situado en la parte trasera de la nave, a la misma altura del cuarto de compresores.

1.8.3 Características de las celdas

Los tipos generales de celdas empleadas en este proyecto son sistema CGM: celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-20.099-90.

1.8.4 Descripción de la instalación

1.8.4.1 OBRA CIVIL

1.8.4.1.1 Local

El centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad, situado en una esquina de la parcela a 35 m del CGP.



La caseta será de construcción prefabricada de hormigón de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4.

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.

1.8.4.1.2 Características constructivas

Se trata de una constitución prefabricada de hormigón modelo PFU-4 de ORMAZABAL.

Las características más destacadas del prefabricado serán:

Compacidad:

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

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

Facilidad de instalación

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

Material

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes, techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado, se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica y una perfecta impermeabilidad.

Equipotencialidad

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la recomendación UNESA las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema equipotencial.

Entre la armadura equipotencialidad, embebida de hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000Ω .

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



Impermeabilidad

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

Grados de protección

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

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

Envolvente

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

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

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

Suelos

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

Cuba de recogida de aceite

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad suficiente para transformadores de hasta 800 KVA, estando así diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que este se derrame por la base.



Puertas y rejillas de ventilación

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

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrá mantener en la posición de 90° con retenedor metálico.

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

Las dimensiones del centro de transformación quedan reflejadas en el siguiente cuadro:

	Dimensiones exteriores	Dimensiones interiores	Dimensiones excavación
Longitud (mm)	4460	4280	5260
Anchura (mm)	2380	2200	3180
Altura (mm)	3045	2355	560 (Profundidad)
Superficie (m²)	10,7	9,4	

Peso = 12.000 Kg

Los equipos eléctricos inmersos en el centro de transformación serán prefabricados y cumplirán con las especificaciones indicadas en MIE RAT 19.

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

1.8.5 Instalación eléctrica

1.8.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13,2 KV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 400 MVA según datos suministrados por la compañía suministradora.

1.8.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.



Celdas CGM

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión, con aislamiento y corte de hexafluoruro de azufre (SF₆), cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados “conjuntos de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La altura y el diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparata a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de la acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos de los accionamientos del mando y, en la parte inferior, se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

- Cuba

La cuba fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables, o la aparata del centro de transformación.

- Interruptor – Seccionador – Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CHM tiene las tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).



- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CMP-F)

En las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasa tapas estándar.

- Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y, recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal, si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal, si el seccionador de puesta a tierra está abierto y, a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal. (U_n) → 24 KV

Nivel de aislamiento.
Frecuencia industrial (1min)

-A tierra y entre fases → 50 KV

-A la distancia de seccionamiento → 60KV

Onda de choque (kV)

-A tierra y entre fases → 125 KV

-A la distancia de seccionamiento → 145 KV



En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica.

1.8.5.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MEDIA TENSIÓN

Entrada: CGM-CML Interruptor - seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n = 24$ KV e $I_n = 400$ A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 135 Kg de peso.

La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor – seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior – frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detención de tensión en los cables de acometida.

Permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de media tensión.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura 400A
- Intensidad de cortocircuito 16 KA/20KA
- Capacidad de cierre 40 KA

Celda de protección con fusibles

Celda con envolvente metálica prefabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo UN = 24 KV e In = 400 A y 480 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 Kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor – seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior – frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura 400A
- Intensidad de cortocircuito 16 KA/20KA
- Capacidad de cierre 40 KA
- Fusibles 3 x 63 A



Celda de medida

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n = 24$ KV y 800 mm de ancho por 1025 de fondo por 1800 de alto y 180 Kg de peso.

La celda CMM de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas empresas suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos auxiliares y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.

La celda de medida contiene:

- 2 juegos de barras tripolar $I_n = 400$ A
- 2 transformadores de intensidad de relación $30 - 60 / 5$ A Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- 2 transformadores de tensión, bipolares de relación $13.200 - 22.000 / 110$, Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- Embarrado de puesta a tierra

Transformador

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13,2 KV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar será de la marca Cotradis (Ormazabal) conectado con acoplamiento Dyn 11.

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

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

- Potencia: 800 KVA
- Tensión primaria: 13200 – 20000 V
- Refrigeración: natural.



- Aislamiento: aceite mineral.
- Cuba de aletas: Llenado integral.

EQUIPO BASE

- pasa tapas de media tensión de porcelana.
- pasa tapas de baja tensión de porcelana.
- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión.
- 2 cáncamos de elevación y desencubado
- Orificio de llenado
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras
- 4 ruedas bidireccionales
- 2 tomas de puesta a tierra

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL TRANSFORMADOR

Potencia en KVA	800
Tensión primaria	13,2 / 20
Tensión secundaria en vacío	420
Grupo de conexión	Dyn 11
Pérdidas en vacío (W)	1550
Pérdidas en carga (W)	8100
Tensión de cortocircuito (%)	6
Caída de tensión a plena carga (%)	1.2
Rendimiento (%)	99

DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR

Potencia (KVA)	800
Largo (mm)	1780
Ancho (mm)	1080
Alto (mm)	1395
Volumen líquido aislante (l)	540



En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocarán rótulos indicadores, extintores, equipos para primeros auxilios, etc., de conformidad con las Normas del Reglamento de centros de Transformación en vigor.

1.8.6 Cuadro general de Baja tensión

La distribución de potencia del Centro de Transformación al C.G.D. situado dentro del recinto de la fábrica se realizará mediante canalización subterránea.

1.8.7 Instalación de puesta a tierra

1.8.7.1 INTRODUCCIÓN

Todo centro de transformación estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Este sistema de puesta a tierra complementado con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión.

De acuerdo con el Real Decreto 3275 / 1982 de 12 de Noviembre, que aprueba el “Reglamento sobre condiciones y garantías de seguridad de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación” y con la O.M. de 6-7-84 que señala las “Instrucciones Técnicas Complementarias” para aplicar dicho reglamento, la instalación que se pretende realizar es de Tercera Categoría por ser la máxima tensión utilizada igual a 20 KV.

El diseño de la puesta a tierra del centro de transformación se efectuará mediante la aplicación del documento UNESA “Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría”.

Se dispondrá por tanto de una tierra de protección a la que se conectarán, de acuerdo con la instrucción MIE-RAT 13, todas las partes metálicas de la instalación que no estén normalmente en tensión, pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectará a la tierra de protección entre otros los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas del centro de transformación.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conjuntos metálicos.
- Las carcasas de los transformadores.



De igual manera se dispondrá por tanto de una puesta a tierra de servicio a la que se conectarán, según la instrucción MIE-RAT 13, los elementos necesarios de la instalación. La puesta a tierra de servicio será separada e independiente respecto a la puesta a tierra de protección.

Se conectará a la tierra de servicio entre otros los siguientes elementos:

- Los neutros de los transformadores.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, etc.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Con el fin de garantizar en el mayor grado posible, la seguridad de las personas que manejan los mandos del centro de transformación, además de dotarlo con un sistema de puesta a tierra como indica la MIE RAT 13, se tendrá a disposición del personal, guantes y calzados aislantes.

1.8.7.2 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según la investigación previa del terreno (Método Wenner) donde se instalará este centro de transformación, se determina una resistividad media de 500 Ω .m (suelo de arcilla).

1.8.7.3 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO

En instalaciones eléctricas de alta tensión de tercera categoría, los parámetros de la red que definen la corriente de puesta a tierra son, la resistencia y la reactancia de las líneas.

El aspecto más importante que debe tenerse presente en el cálculo de la corriente máxima de puesta a tierra es el tratamiento del neutro de la red.

En este caso el neutro irá conectado rígidamente a tierra.

Cuando se produce un defecto a tierra, este se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por la orden que le transmite un dispositivo que controla la intensidad de defecto.

A efectos de determinar el tiempo máximo de eliminación de la corriente de defecto a tierra, el elemento de corte será un interruptor cuya desconexión está controlada por un relé que establezca su tiempo de apertura. Los tiempos de apertura del interruptor, incluido el de extinción del arco, se consideran incluidos en el tiempo de actuación del relé.



El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en la configuración tipo (representada en el anexo 2 del “Método de cálculo de UNESA”) que está de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de transformación.

1.8.7.4 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las celdas, prefabricadas, cubas de los transformadores, envolventes metálicas de los cuadros de baja tensión.

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra quedan indicados en el documento cálculos; optando finalmente por un sistema de picas en rectángulo de 5 x 3 m cuyo código de identificación es 50-30/8/88 dentro del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

Tierra de servicio

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra quedan indicados en el documento cálculos; optando finalmente por un sistema de 8 picas en hilera separadas 3 m cuyo código de identificación es 8/82 dentro del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

1.8.8 Distancias

Las celdas de media tensión en este proyecto, están constituidas por aparatos de fabricación en serie, y cumplen con lo indicado por el Ministerio de Industria, de acuerdo con la orden 11 – 1971.

1.8.9 Aparatos de media tensión

Todos los aparatos que se proyectan colocar están previstos para una tensión nominal de 20 KV, con lo que cumplen las prescripciones del Reglamento.

1.8.10 Aislamientos

Todos los elementos que se utilicen en el montaje de la instalación de alta tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo 20 KV, el valor eficaz de la tensión nominal de servicio y de 24 KV, el valor eficaz de la tensión más elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:

- 125 KV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1,2 / 50µseg
- 50 KV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50 Hz.

1.8.11 Instalaciones secundarias en el centro de transformación

Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará 2 luminarias de Philips, modelo MASTER TL-D súper 80 36W/830 G13, de 36W; capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

La luminaria estará dispuesta de tal forma que mantenga la misma uniformidad posible en la iluminación. Además se deberá poder efectuar la sustitución de las lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se instalará también un punto de luz de alumbrado de emergencia de carácter autónomo, formado por una lámpara de emergencia y señalización de LEGRAND, el cual señalará el acceso peatonal al centro de transformación.

Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural por convención mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Se dispondrá de una rejilla lateral inferior para entrada de aire de 1.95 m², y dos rejillas situadas en la parte superior de superficie total 2.30 m² para la salida del aire.

Estas rejillas estarán protegidas mediante una tela metálica con el fin de impedir el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Elementos y medidas de seguridad

Como requerimiento de seguridad para trabajos en el interior de celdas, los interruptores instalados cumplen por si solos en cuanto a distancias de seccionamiento, ya que su tensión de cebado entre polos abiertos se halla conforme ala exigencia de la norma UNE 20.099

Las celdas estará separadas eléctricamente y mecánicamente por medio de placas metálicas y por el propio carácter aislante del interruptor seccionador, los que asegura la independencia entre ellas y evitan la posible propagación de defecto entre celdas contiguas.

El centro estará dotado con el siguiente equipamiento auxiliar:

- Banqueta aislante
- Cuadro de primeros auxilios
- Par de guantes aislantes



- Placa de peligro y cartel de primeros auxilios para guía en caso de accidente eléctrico (cinco reglas de oro)

1.9 Presupuesto

ORDEN	DESCRIPCION	TOTAL (Euros)
CAPITULO 1	ACOMETIDA	35231.96
CAPITULO 2	PROTECCIONES	152779.5
CAPITULO 3	CONDUCTORES TUBOS Y CANALIZACIONES	80380.66
CAPITULO 4	PUESTA A TIERRA	2136.54
CAPITULO 5	ALUMBRADO	95458.1
CAPITULO 6	TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS	6188.51
CAPITULO 7	CENTRO DE TRANSFORMACION	44683.19
CAPITULO 8	CONDENSADORES	3490
CAPITULO 9	SEGURIDAD Y SALUD	295,27
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	420643.73

El presupuesto de ejecución material del siguiente proyecto asciende a: “ CUATROCIENTOS VEINTEMIL SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y TRES CENTIMOS DE EURO”

ORDEN	DESCRIPCION	TOTAL (Euros)
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	420643.73
	GASTOS GENERALES (5 %)	21032.18
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	42064.37
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA SIN IVA	483740.28
	IVA (18%)	87073.25
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA CON IVA	570813.53
	DIRECCION DE LA OBRA	22832.54
	REDACCION DEL PROYECTO	22832.54
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	616478.61

El total del presente proyecto asciende a: “ SEISCIENTOS DIECISEISMIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS Y SESENTA Y UN CENTIMOS DE EURO”

Pamplona Septiembre de 2011

Roberto Colomo Ibáñez





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2011



CALCULOS

INDICE:

2.1 Cálculo de la instalación de alumbrado.....	4
2.1.1 Introducción.....	4
2.1.2 Definición de los parámetros.....	4
2.1.3 Método de cálculo.....	12
2.1.4 Cálculos.....	15
2.1.4.1 Tabla de cálculo de luminarias. Piso superior de oficinas.....	16
2.1.4.2 Oficinas Planta baja.....	18
2.1.4.3 Vestuarios.....	18
2.1.4.4 Vestíbulos sótano.....	18
2.1.4.5 Vestíbulos planta baja, 1º piso, 2º piso.....	18
2.1.4.6 Fabrica y almacenes.....	19
2.2 Tipo de luminarias y nº final de luminarias instaladas.....	19
2.2.1 Piso superior de oficinas.....	19
2.2.2 Oficinas Planta baja.....	21
2.2.3 Vestuarios.....	21
2.2.4 Vestíbulos sótano.....	21
2.2.5 Vestíbulos planta baja, 1º piso, 2º piso.....	21
2.2.6 Fabrica y almacenes.....	22
2.2.7 Escaleras.....	22
2.2.8 Emergencias.....	22
2.3 Calculo de las intensidades de línea.....	27
2.3.1 Introducción	27
2.3.2 Método de cálculo.....	28
2.3.3 Tablas resumen de las intensidades de los cuadros.....	30
2.3.3.1 Tabla cuadro secundario Nº 1.....	30
2.3.3.2 Tabla cuadro secundario Nº 2.....	30
2.3.3.3 Tabla cuadro secundario Nº 3.....	32
2.3.3.4 Tabla cuadro secundario Nº 3.1.....	32
2.3.3.5 Tabla cuadro secundario Nº 3.2.....	33
2.3.3.6 Tabla cuadro secundario Nº 3.3.....	33
2.3.3.7 Tabla cuadro secundario Nº 4.....	33
2.3.3.8 Tabla cuadro secundario Nº 5.....	34
2.3.3.9 Tabla cuadro secundario Nº 6.....	34
2.3.3.10 Tabla cuadro secundario Nº 7.....	35
2.3.3.11 Tabla cuadro secundario Nº 8.....	37
2.3.3.12 Tabla cuadro secundario Nº 9.....	37
2.3.3.13 Tabla cuadro secundario Nº 9.1.....	38
2.3.3.14 Tabla cuadro secundario Nº 9.2.....	39
2.3.3.15 Tabla cuadro secundario Nº 9.3.....	40
2.3.3.16 Tabla cuadro secundario Nº 9.4.....	41



2.3.3.17	Tabla cuadro secundario N°9.5.....	42
2.3.3.18	Tabla cuadro secundario N° 9.6.....	43
2.3.3.19	Tabla cuadro secundario N° 9.7.....	44
2.3.3.20	Tabla cuadro secundario N° 9.8.....	45
2.3.3.21	Tabla cuadro secundario N° 9.9.....	46
2.3.3.22	Cuadro general de distribución.....	46
2.3.4	Calculo de la potencia del transformador.....	49
2.3.5	Potencia contratada.....	49
2.4	Calculo de los conductores en baja tensión	50
2.4.1	Introducción.....	50
2.4.2	Acometida.....	50
2.4.3	Circuitos interiores	52
2.4.3.1	Método de cálculo	52
2.4.3.2	Tabla resumen de los cálculos.....	52
2.5	Calculo de las intensidades de cortocircuito.....	62
2.5.1	Método de cálculo.....	65
2.5.2	Tabla resumen de las protecciones.....	67
2.5.3	Tabla resumen de las secciones.....	75
2.6	Compensación de la reactiva.....	86
2.6.1	Dimensiones de la batería.....	86
2.6.2	Calculo de unión del conductor de la batería.....	87
2.6.3	Protección	87
2.7	Calculo del centro de transformación.....	87
2.7.1	Intensidad en alta tensión.....	87
2.7.2	Intensidad en baja tensión.....	88
2.7.3	Cortocircuitos.....	88
2.7.4	Dimensionado del embarrado.....	89
2.7.4.1	Comprobación por densidad de corriente.....	89
2.7.4.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	90
2.7.4.3	Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.....	91
2.7.5	Otras instalaciones del centro.....	92
2.7.5.1	Lámparas y luminarias	92
2.7.5.2	Luminarias de emergencia y señalización.....	92
2.7.5.3	Cuadro de baja tensión del centro de transformación	92
2.7.5.4	Dimensionamiento de los cables del cuadro de baja tensión del centro de transformación.....	92
2.7.6	Dimensionamiento de la ventilación del centro de transformación.....	93
2.7.7	Dimensionamiento del pozo apagafuegos.....	94
2.7.8	Calculo de la instalación de puesta a tierra.....	94
2.7.8.1	Método empleado en la instalación de puesta a tierra.....	95
2.7.8.2	cálculos de la resistencia del sistema de tierras.....	97
2.7.8.3	Tensiones en el exterior de la instalación	98
2.7.8.4	Tensiones en el interior de la instalación.....	98
2.7.8.5	Tensiones aplicadas.....	99



2.7.8.6 Tensiones Transferidas al exterior.....	100
2.7.8.7 Corrección y Ajuste si procede.....	100
2.8 Calculo de la puesta a tierra.....	100
2.8.1 Red de tierras.....	101



2.1. Cálculo de la instalación de alumbrado

2.1.1. Introducción

Este documento contiene los cálculos correspondientes a la iluminación interior de cada uno de los departamentos de la fábrica de conservas mediante el método de los lúmenes. Para la realización de dichos cálculos es necesario conocer los parámetros de las luminarias utilizadas que nos suministrarán los fabricantes, los niveles de iluminación mínimos exigidos por la norma UNE-EN_12464-1=2003 en función de la actividad a realizar en cada departamento o sala, los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo de cada zona de la fábrica, y el factor de mantenimiento o conservación de la instalación

2.1.2. Definición de los parámetros

- **Coefficientes de reflexión**

Se determinan en función del tipo de material y color empleado para el techo, paredes y suelo de cada sala. Para cada tipo concreto de material y color hay unos coeficientes de reflexión determinados pero utilizaremos los de la siguiente tabla para poder obtener los parámetros que cada fabricante da en sus tablas.

PARTE DE LA SALA	COLOR	FACTOR DE REFLEXION (ρ)
TECHO	MUY CLARO	0.7
	CLARO	0.5
	MEDIO	0.3
PAREDES	CLARO	0.5
	MEDIO	0.3
	OSCURO	0.1
SUELO	CLARO	0.3
	MEDIO	0.2
	OSCURO	0.1

PISO SUPERIOR DE OFICINAS

Las características del piso superior de oficinas respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Madera oscura ($\rho=15\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

HALL RECIBIDOR

Las características del hall recibidor respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Amarillo arena ($\rho=46\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Beige marrón ($\rho=28\%$) $\rightarrow \rho=0.3$
- Suelo: Marrón tierra ($\rho=8\%$) $\rightarrow \rho=0.1$

OFICINAS PLANTA BAJA

Las características de las oficinas de la planta baja respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Madera oscura ($\rho=15\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

ZONA DE VESTUARIOS

Las características de la zona de vestuarios respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Mezcla entre blancos y turquesa ($\rho=44\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

ALMACENES

Las características de los almacenes tanto el de oficinas como el de la fábrica respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Cemento ($\rho=27\%$) $\rightarrow \rho=0.3$
- Suelo: Gris Grafito ($\rho=9\%$) $\rightarrow \rho=0.1$

VESTIBULOS

Las características de los vestíbulos cambiarán en función del vestíbulo y la zona en la que se encuentre.

▪ Vestíbulos sótano:

Vestíbulo 1

- Techo: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

Vestíbulo 2

- Techo: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Cemento ($\rho=27\%$) $\rightarrow \rho=0.3$



- Suelo: Gris Grafito ($\rho=9\%$) $\rightarrow \rho=0.1$

Vestíbulo 4

- Techo: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Cemento ($\rho=27\%$) $\rightarrow \rho=0.3$
- Suelo: Gris Grafito ($\rho=9\%$) $\rightarrow \rho=0.1$

▪ Vestíbulos planta baja:

Vestíbulo 2

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

Vestíbulo 3

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

Vestíbulo 4

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

▪ Vestíbulos 1 planta

Vestíbulo 2

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

▪ Vestíbulos 2 planta

Vestíbulo 2

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

FABRICA



Las características de la fábrica con respecto a los factores de reflexión serán:

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

- **Factor de mantenimiento o de conservación (f_m)**

Este parámetro dependerá del grado de suciedad que se de en el entorno en el que se encontrara la luminaria y de la frecuencia con la que se limpie la misma.

Para una limpieza periódica anual de las luminarias establecemos los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento o de conservación (f_m)
Muy limpio	0.80
Limpio	0.75
Intermedio	0.70
Sucio	0.65
Muy sucio	0.60

PISO SUPERIOR DE OFICINAS

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para el piso superior de oficinas es de 0.8 debido a que las actividades a realizar y la zona en la que se encuentran podrían considerarse de muy limpias.

HALL RECIBIDOR

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para el hall recibidor es de 0.8 debido a que es la zona de entrada a las oficinas y debe tener una buena presentación por eso será una zona muy limpia.

OFICINAS PLANTA BAJA

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para las oficinas de la planta baja es de 0.8 debido a que las actividades a realizar y la zona en la que se encuentran podrían considerarse de muy limpias.

ZONA DE VESTUARIOS

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para los vestuarios es de 0.8 debido a la estanqueidad de las luminarias y de la limpieza periódica de esta zona.



ALMACENES

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para los almacenes es 0.65 debido a que se encuentran en una zona que no va a ser transitada continuamente y por lo tanto no tendrá una limpieza tan periódica y se concentrará algo de polvo.

VESTIBULOS

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para los vestíbulos variará en función de la zona en la que se encuentren dichos vestíbulos.

- *Vestíbulos sótano:*

Vestíbulo 1 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.65 debido a que se encuentran en una zona que no va a ser transitada continuamente y por lo tanto no tendrá una limpieza tan periódica y se concentrará algo de polvo.

Vestíbulo 2 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.65 debido a que se encuentran en una zona que no va a ser transitada continuamente y por lo tanto no tendrá una limpieza tan periódica y se concentrará algo de polvo.

Vestíbulo 4 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.65 debido a que se encuentran en una zona que no va a ser transitada continuamente y por lo tanto no tendrá una limpieza tan periódica y se concentrará algo de polvo.

- *Vestíbulos planta baja:*

Vestíbulo 2 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.7 debido a que se encuentra en una zona intermedia entre las oficinas y almacenes y por lo tanto no será ni tan limpio como las oficinas ni tan sucio como los almacenes.

Vestíbulo 3 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.7 debido a que se encuentra en una zona intermedia entre los vestuarios y los almacenes y por lo tanto no será ni tan limpio como los vestuarios ni tan sucio como los almacenes.

Vestíbulo 4 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.65 debido a que es una zona de tránsito entre la fábrica y el almacén de la fábrica y por lo tanto puede haber suciedad y polvo.



- *Vestíbulos 1 planta*

Vestíbulo 2 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.7 debido a que se encuentra en una zona intermedia entre las oficinas y almacenes y por lo tanto no será ni tan limpio como las oficinas ni tan sucio como los almacenes.

- *Vestíbulos 2 planta*

Vestíbulo 2 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.7 debido a que se encuentra en una zona intermedia entre las oficinas y almacenes y por lo tanto no será ni tan limpio como las oficinas ni tan sucio como los almacenes.

FABRICA

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para la fabrica será de 0.6 debido a que las luminarias se encontraran a una altura muy elevada y aunque la fabrica se limpie las luminarias tendrán polvo y podrán estar manchadas por los vapores emitidos del proceso productivo.

- **Niveles de iluminación mínimos exigidos por la norma UNE-EN_12464-1=2003**

Los niveles de iluminación establecidos en cada sala o zona del edificio serán como mínimo los indicados en la norma UNE-EN_12464-1=2003.

- **Factor de utilización de las luminarias (η)**

El factor de utilización de las luminarias se determinara a partir de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Para obtener este parámetro es necesario obtener las tablas de cada luminaria que las suministrara el fabricante en la hoja de características de la misma.

Las luminarias utilizadas en nuestro caso serán:



1. HAVELLS SYLVANIA:

1. Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

utilization factors / TM5												
reflection			room index									
C	W	F	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	
70	50	20	25	29	32	34	37	39	40	42	43	
70	30	20	21	26	29	31	35	37	38	41	42	
70	10	20	19	23	27	29	33	35	37	39	41	
50	50	20	24	28	31	33	36	38	39	41	42	
50	30	20	21	25	28	31	34	36	37	39	41	
50	10	20	19	23	26	29	32	34	36	38	40	
30	50	20	23	27	30	32	35	36	38	39	40	
30	30	20	21	25	28	30	33	35	36	38	39	
30	10	20	19	23	26	28	31	33	35	37	38	
0	0	0	18	22	25	27	30	32	33	35	36	
BZ-class			4	4	4	4	4	4	4	4	4	
SHRnom : 1,25						SHRmax : 1,424						

2. Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC

utilization factors / TM5												
reflection			room index									
C	W	F	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	
70	50	20	50	56	60	63	66	68	70	72	73	
70	30	20	46	52	56	59	63	66	68	70	71	
70	10	20	43	49	54	57	61	64	66	68	70	
50	50	20	49	54	58	61	64	66	67	69	70	
50	30	20	46	51	55	58	62	64	66	68	69	
50	10	20	43	49	53	56	60	62	64	66	68	
30	50	20	48	53	57	59	62	64	65	67	68	
30	30	20	45	50	54	57	60	62	64	65	67	
30	10	20	43	48	52	55	59	61	63	64	66	
0	0	0	41	47	51	53	57	58	60	62	63	
BZ-class			1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SHRnom : 1,50						SHRmax : 1,550						



2. PHILIPS:

1. Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80			0.70				0.50		0.30		0.00
	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.47	0.44	0.46	0.45	0.44	0.40	0.39	0.37	0.39	0.37	0.35	
0.80	0.55	0.52	0.54	0.53	0.51	0.47	0.47	0.44	0.46	0.44	0.43	
1.00	0.62	0.57	0.61	0.59	0.57	0.53	0.52	0.50	0.52	0.49	0.48	
1.25	0.68	0.62	0.66	0.64	0.61	0.58	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53	
1.50	0.72	0.65	0.70	0.67	0.64	0.61	0.61	0.59	0.60	0.58	0.57	
2.00	0.78	0.69	0.76	0.72	0.69	0.66	0.66	0.64	0.65	0.63	0.62	
2.50	0.82	0.72	0.79	0.75	0.71	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	
3.00	0.84	0.74	0.82	0.77	0.73	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	
4.00	0.87	0.75	0.84	0.79	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.68	
5.00	0.89	0.76	0.86	0.80	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.69	

2. Down light → FBS 280 2XPL-T/4P57W/840 HFP C PI WH

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80			0.70				0.50		0.30		0.00
	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.39	0.38	0.39	0.38	0.37	0.33	0.33	0.30	0.33	0.30	0.29	
0.80	0.47	0.45	0.47	0.45	0.44	0.40	0.40	0.37	0.39	0.37	0.36	
1.00	0.54	0.50	0.53	0.51	0.49	0.46	0.45	0.43	0.45	0.43	0.41	
1.25	0.59	0.54	0.58	0.56	0.54	0.51	0.50	0.48	0.49	0.47	0.46	
1.50	0.63	0.57	0.62	0.59	0.57	0.54	0.53	0.51	0.53	0.51	0.49	
2.00	0.69	0.61	0.67	0.64	0.61	0.59	0.58	0.56	0.57	0.56	0.54	
2.50	0.72	0.64	0.70	0.66	0.63	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57	
3.00	0.74	0.65	0.72	0.68	0.65	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.59	
4.00	0.77	0.67	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.62	0.60	
5.00	0.79	0.67	0.76	0.71	0.67	0.66	0.64	0.64	0.63	0.63	0.61	



3. Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP
C8 ALU

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.47	0.44	0.46	0.45	0.44	0.40	0.39	0.37	0.39	0.37	0.35
0.80	0.55	0.52	0.54	0.53	0.51	0.47	0.47	0.44	0.46	0.44	0.43
1.00	0.62	0.57	0.61	0.59	0.57	0.53	0.52	0.50	0.52	0.49	0.48
1.25	0.68	0.62	0.66	0.64	0.61	0.58	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53
1.50	0.72	0.65	0.70	0.67	0.64	0.61	0.61	0.59	0.60	0.58	0.57
2.00	0.78	0.69	0.76	0.72	0.69	0.66	0.66	0.64	0.65	0.63	0.62
2.50	0.82	0.72	0.79	0.75	0.71	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65
3.00	0.84	0.74	0.82	0.77	0.73	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67
4.00	0.87	0.75	0.84	0.79	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.68
5.00	0.89	0.76	0.86	0.80	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.69

4. Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.39	0.37	0.38	0.37	0.37	0.33	0.32	0.30	0.32	0.30	0.29
0.80	0.46	0.43	0.45	0.44	0.43	0.39	0.39	0.36	0.38	0.36	0.35
1.00	0.52	0.48	0.51	0.49	0.48	0.44	0.44	0.41	0.43	0.41	0.40
1.25	0.57	0.52	0.56	0.54	0.52	0.49	0.48	0.46	0.47	0.46	0.44
1.50	0.61	0.55	0.59	0.57	0.55	0.52	0.51	0.49	0.50	0.49	0.47
2.00	0.66	0.59	0.65	0.61	0.59	0.56	0.56	0.54	0.55	0.53	0.52
2.50	0.70	0.61	0.68	0.64	0.61	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	0.55
3.00	0.72	0.63	0.70	0.66	0.62	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57
4.00	0.75	0.65	0.73	0.68	0.64	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.58
5.00	0.76	0.66	0.74	0.69	0.65	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.59

2.1.3. Método del calculo

El método de cálculo empleado para realizar la iluminación interior de toda la fabrica el método de los lúmenes. Su finalidad es la de calcular el valor medio en servicio de la iluminancia de cada local. Consiste en los siguientes pasos:

1) *Calculo del índice del local*

Para llevar a cabo este calculo es necesario determinar la altura entre el plano de trabajo y las luminarias además de definir el tipo de iluminación (directa, semi-directa, general difusa, directa-indirecta, semi-indirecta, indirecta). En nuestro caso siempre va a ser directa.

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} \quad h = H - p - d$$



Donde:

$k \rightarrow$ índice del local

$x \rightarrow$ largo del local

$y \rightarrow$ ancho del local

$h \rightarrow$ altura entre el plano de trabajo y las luminarias

$H \rightarrow$ altura del local

$p \rightarrow$ altura del plano de trabajo

$d \rightarrow$ distancia de las luminarias al techo

2) Determinación del factor de utilización

Una vez obtenido el índice del local y determinados los coeficientes de reflexión se podrá obtener el valor del factor de utilización entrando con estos datos a las tablas suministradas por el fabricante. Si el índice del local se encuentra entre 2 valores de la tabla habrá que interpolar.

3) Cálculo del flujo total luminoso necesario

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta}$$

Donde:

$E \rightarrow$ Iluminancia media exigida por la norma UNE

$\phi_T \rightarrow$ flujo luminoso total

$x \rightarrow$ largo del local

$y \rightarrow$ ancho del local

$f_m \rightarrow$ factor de mantenimiento o de conservación de las luminarias

$\eta \rightarrow$ factor de utilización

4) Cálculo del número mínimo de luminarias

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L}$$

Donde:

$\phi_T \rightarrow$ flujo luminoso total

$N \rightarrow$ número mínimo de luminarias que se deben colocar

$\phi_L \rightarrow$ flujo luminoso de la lámpara

5) Cálculo de la distancia mínima a la que deberán separarse las luminarias

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}}$$



Donde:

$x \rightarrow$ largo del local

$y \rightarrow$ ancho del local

$D \rightarrow$ distancia mínima a la que han de separarse las luminarias

$N \rightarrow$ número mínimo de luminarias que se deben colocar

6) *Calculo de luminarias a instalar*

$$N_x = \frac{x}{D}$$

$$N_y = \frac{y}{D}$$

$$N_t = N_x \cdot N_y$$

Donde:

$x \rightarrow$ largo del local

$y \rightarrow$ ancho del local

$D \rightarrow$ distancia mínima a la que han de separarse las luminarias

$N_x \rightarrow$ número de luminarias a instalar en el eje x

$N_y \rightarrow$ número de luminarias a instalar en el eje y

$N_t \rightarrow$ número total de luminarias que se instalaran en la sala

7) *Comprobación de datos*

Para comprobar que los resultados son correctos es necesario hacer 2 comprobaciones:

I. Distancia máxima entre luminarias

Las luminarias deberán estar separadas como máximo la distancia indicada en la siguiente tabla:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	>10m	$e \leq 1.2h$
extensiva	6 – 10m	$e \leq 1.5h$
semiextensiva	4 – 10m	$e \leq 1.5h$
extensiva	$\leq 4m$	$e \leq 1.6h$

II. Iluminancia correcta

La iluminancia resultante del siguiente calculo debe ser como mínimo igual a la exigida por la norma UNE.



$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} \geq E$$

Donde:

$E \rightarrow$ Iluminancia media exigida por la norma UNE

$\phi_L \rightarrow$ Flujo luminoso de la lámpara

$x \rightarrow$ largo del local

$y \rightarrow$ ancho del local

$f_m \rightarrow$ Factor de mantenimiento o de conservación de las luminarias

$\eta \rightarrow$ factor de utilización

$N_t \rightarrow$ Número total de luminarias que se instalaran en la sala

2.1.4. Cálculos

Zona de Ocio

$$x=7.25 \text{ m}$$

$$y=7.69 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{7.25 \cdot 7.69}{1.8 \cdot (7.25 + 7.69)} = 2.073$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{2.5 - 2}{2.5 - 2.037} = \frac{0.39 - 0.37}{0.39 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.3728$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 7.25 \cdot 7.69}{0.3728 \cdot 0.8} = 56081.51 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{56081.51}{3600} = 16$$



$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{7.25 \cdot 7.69}{16}} = 1.8667m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{7.25}{1.8667} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{7.69}{1.8667} = 5$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 5 = 20 \text{ Luminarias}$$

Si descontamos la zona del almacén el total de luminarias a instalar es de 18.

Comprobación:

$$e_1 = \frac{7.25}{4} = 1.81m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{7.69}{5} = 1.538m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{18 \cdot 3600 \cdot 0.3728 \cdot 0.8}{7.25 \cdot 7.69} = 346.63lux \geq 300lux \Rightarrow \text{correcto}$$

Los demás cálculos de manera más detallada se expondrán en el Anexo 1 del apartado de cálculos.

2.1.4.1. Tabla de calculo de luminarias Piso superior de oficinas

	Superficie (m ²)	Iluminancia Deseada (lux)	Factor mantenimiento	Flujo Total (lm)	Flujo luminaria (lm)	Nº de luminarias
Zona Ocio	55.75	300	0.8	56082	3600	16
Almacén	4.96	200	0.8	4000	2600	2
Zona ocio						
Medico	29.69	500	0.8	55054	3600	16
Sala de espera	12.34	200	0.8	10885	3600	3
Fotocopias	21.99	300	0.8	13090	2600	5
Pasillo Fotocopias	20.30	300	0.8	12636	2600	5
Almacén de instalaciones	4.97	200	0.8	2827	2600	2
Pasillo 1	37.65	300	0.8	36204	2600	14
Pasillo 2	12.72	300	0.8	11754	2600	5
Pasillo 3	10.64	300	0.8	12091	2600	5



Pasillo 4	42.91	300	0.8	40233	2600	16
Pasillo 5	11.20	300	0.8	10733	2600	5
Oficina Personal 1	34.63	500	0.8	82869	3600	24
Oficina Personal 2	34.27	500	0.8	82869	3600	24
Oficina Personal 3	34.63	500	0.8	82869	3600	24
Oficina Personal 4	17.55	500	0.8	50070	3600	15
Oficina Personal 5	17.14	500	0.8	50070	3600	15
Oficina Personal 6	34.27	500	0.8	82869	3600	24
Oficina Personal 7	17.14	500	0.8	50070	3600	15
Oficina Personal 8	17.14	500	0.8	50070	3600	15
Oficina Personal 9	34.27	500	0.8	82869	3600	24
Oficina Personal 10	34.27	500	0.8	82869	3600	24
I + D	27.02	500	0.8	52976	3600	15
Almacén instalaciones	7.96	200	0.8	5040	2600	2
Aseo Adaptado	7.15	100	0.8	2539	2600	1
Sala de Espera 2	9.94	200	0.8	12425	3600	4
Ingeniero 1	11.35	750	0.8	38170	3600	11
Ingeniero 2	9.51	750	0.8	33730	3600	10
Ingeniero 3	9.51	750	0.8	33730	3600	10
Sala de Entrevistas	9.33	500	0.8	21951	3600	7
Sala de Reuniones	19.28	500	0.8	38271	3600	11
Wc Mujeres	5.24	200	0.8	4370	2600	2
Wc Hombres	5.24	200	0.8	4370	2600	2
Despacho 1	11.43	500	0.8	25615	3600	8
Despacho 2	15.82	500	0.8	32630	3600	10
Despacho 3	15.82	500	0.8	32630	3600	10
Despacho 4	8.93	500	0.8	21636	3600	7
Sala de Reuniones 1	8.95	500	0.8	21678	3600	7
Sala de Reuniones 2	9.4	500	0.8	22211	3600	7
Gerente	18.46	500	0.8	36982	3600	11
Acceso Escaleras	6.88	300	0.8	7480	2600	3



2.1.4.2. Oficinas planta baja

	Superficie (m ²)	Iluminancia Deseada (lux)	Factor mantenimiento	Flujo Total (lm)	Flujo luminaria (lm)	Nº de luminarias
Pasillo	21.63	300	0.8	25757	2600	10
Despacho 1	16.24	500	0.8	33877	3600	10
Despacho 2	15.93	500	0.8	33357	3600	10
Despacho 3	12.96	500	0.8	28082	3600	8
Sala de Reuniones	10.45	500	0.8	23872	3600	7

2.1.4.3. Vestuarios

	Superficie (m ²)	Iluminancia Deseada (lux)	Factor mantenimiento	Flujo Total (lm)	Flujo luminaria (lm)	Nº de luminarias
Baños Hombres	27.67	200	0.8	23925	3600	7
Baños Mujeres	23.27	200	0.8	20924	3600	6
Vestuarios Hombres	28.18	200	0.8	17657	6700	3
Vestuarios Mujeres	28.18	200	0.8	17657	6700	3
Duchas Hombres	13.18	200	0.8	13278	6700	2
Duchas Mujeres	13.18	200	0.8	13278	6700	2

2.1.4.4. Vestíbulos sótano

	Superficie (m ²)	Iluminancia Deseada (lux)	Factor mantenimiento	Flujo Total (lm)	Flujo luminaria (lm)	Nº de luminarias
Vestíbulo 1	3.6	100	0.65	5081	3600	2
Pasillo ascensor vestíbulo 1	6.90	100	0.65	7180	3600	2
Vestíbulo 2	8.64	100	0.65	4040	3300	2
Acceso escaleras vestíbulo 2	3.6	100	0.65	2448	3300	1
Vestíbulo 4	9.72	100	0.65	5352	3300	2
Acceso escaleras vestíbulo 4	1.8	100	0.65	2137	3300	1

2.1.4.5. Vestíbulos planta baja, 1º piso y segundo piso

	Superficie (m ²)	Iluminancia Deseada (lux)	Factor mantenimiento	Flujo Total (lm)	Flujo luminaria (lm)	Nº de luminarias
--	---------------------------------	---------------------------------	-------------------------	------------------------	----------------------------	---------------------



Vestíbulo 2 Planta baja	33.44	100	0.7	8440	3300	3
Vestíbulo 3 Planta baja	6.153	100	0.7	5606	3600	2
Vestíbulo 4 Planta baja	27.65	100	0.65	7463	3300	3
Hall Recibidor	24.99	200	0.8	43692	8600	6
Acceso a las oficinas planta baja	5.08	200	0.8	12609	3600	4
Vestíbulo 2 1º piso	9.6	100	0.7	8802	3600	3
Vestíbulo 2 2º piso	9.6	100	0.7	8802	3600	3

2.1.4.6. Fabrica y almacenes

	Superficie (m ²)	Iluminancia Deseada (lux)	Factor mantenimiento	Flujo Total (lm)	Flujo luminaria (lm)	Nº de luminarias
Zona de Producción	1392.99	300	0.6	1095119	14000	79
Almacén de Conservas	594.96	100	0.6	158303	14000	12
Zona de Carga	268.04	200	0.6	16197	14000	12
Zona de Descarga	72.99	200	0.6	90791	14000	7
Almacén de Oficinas	89.14	100	0.65	23243	3300	8
Almacén de Fabrica	149.86	200	0.65	81470	3300	24

2.2. Tipo de luminarias y nº final de luminarias instaladas

2.2.1. Piso superior de oficinas

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Zona Ocio	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Almacén Zona ocio	2	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Medico	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de espera	4	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Fotocopias	6	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo Fotocopias	8	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Almacén de instalaciones	2	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI



Pasillo 1	16	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 2	5	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 3	6	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 4	18	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Pasillo 5	5	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Oficina Personal 1	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 2	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 3	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 4	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 5	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 6	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 7	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 8	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 9	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Oficina Personal 10	30	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
I + D	18	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Almacén instalaciones	4	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Aseo Adaptado	2	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Espera 2	6	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Ingeniero 1	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Ingeniero 2	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Ingeniero 3	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Entrevistas	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Reuniones	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Wc Mujeres	3 + 2	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL) + Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Wc Hombres	3 + 2	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL) + Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Despacho 1	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 2	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 3	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 4	8	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Reuniones 1	8	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Reuniones 2	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Gerente	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Acceso Escaleras	3	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI



2.2.2. Oficinas planta baja

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Pasillo	13	Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI
Despacho 1	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 2	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Despacho 3	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Sala de Reuniones	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

2.2.3. Vestuarios

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Baños Hombres	12	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Baños Mujeres	9	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestuarios Hombres	4	Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65
Vestuarios Mujeres	4	Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65
Duchas Hombres	4	Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65
Duchas Mujeres	4	Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65

2.2.4. Vestíbulos Sótano

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Vestíbulo 1	3	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Pasillo ascensor vestíbulo 1	3	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestíbulo 2	3	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Acceso escaleras vestíbulo 2	1	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Vestíbulo 4	3	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Acceso escaleras vestíbulo 4	1	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8

2.2.5. Vestíbulos planta baja, 1º piso y 2º piso

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Vestíbulo 2 Planta baja	6	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Vestíbulo 3 Planta baja	2	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestíbulo 4 Planta baja	6	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8



Hall Recibidor	9	Down light → FBS 280 2XPL-T/4P57W/840 HFP C PI WH
Acceso a las oficinas planta baja	4	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestíbulo 21º piso	6	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Vestíbulo 2 2º piso	6	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

2.2.6. Fabrica y almacenes

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Zona de Producción	90	Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC
Almacén de Conservas	15	Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC
Zona de Carga	12	Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC
Zona de Descarga	10	Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC
Almacén de Oficinas	14	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
Almacén de Fabrica	28	Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8

2.2.7. Escaleras

	Nº final de luminarias	Tipo de luminaria a instalar
Escalera 1	11	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)
Escalera 2	13	Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

2.2.8. Alumbrado de emergencia

El calculo de alumbrado de emergencia se realiza para tener una iluminación media de $5lux/m^2$ en toda la fabrica, de manera que en caso de que el alumbrado general falle se mantenga un nivel de iluminación que permita evacuar la nave por las rutas que previamente se han dispuesto.

La colocación del alumbrado de emergencia se situara encima de los marcos de las puertas o similar a una altura de 2,3m del suelo en el área de oficinas, vestuarios, cuartos, salas, baños y duchas.

En los lugares con grandes alturas como la zona de producción, almacenamiento de conservas, zona de carga y zona de descargas se colocaran a una altura de 3,5m del suelo.

Las luminarias de emergencia escogidas se consideran luminarias autónomas, no permanentes con señalización y son de la marca LEGRAND.



ALUMBRADO EMERGENCIA PISO SUPERIOR DE OFICINAS

	Superficie (m ²)	Iluminación (lm/ m ²)	Flujo necesario (lm)	Luminaria	Nº de Luminarias
Zona Ocio	55.75	5	278.76	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	3
Almacén Zona ocio	4.96	5	24.8	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Medico	29.69	5	148.47	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Sala de espera	12.34	5	61.74	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Fotocopias	21.99	5	109.95	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Pasillo Fotocopias	20.30	5	101.5	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Almacén de instalaciones	4.97	5	24.88	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Pasillo 1	37.65	5	188.26	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	3
Pasillo 2	12.72	5	63.63	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Pasillo 3	10.64	5	53.2	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Pasillo 4	42.91	5	214.57	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	3
Pasillo 5	11.20	5	56.01	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Oficina Personal 1	34.63	5	173.16	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Oficina Personal 2	34.27	5	171.39	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Oficina Personal 3	34.63	5	173.16	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Oficina Personal 4	17.55	5	87.76	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Oficina Personal 5	17.14	5	85.69	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Oficina Personal 6	34.27	5	171.39	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Oficina Personal 7	17.14	5	85.69	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Oficina Personal 8	17.14	5	85.69	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Oficina Personal 9	34.27	5	171.39	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Oficina	34.27	5	171.39	Legrand	2



Personal 10				Ref. B65 61561 de 6w 90lm	
I + D	27.02	5	135.11	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Almacén instalaciones	7.96	5	39.81	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Aseo Adaptado	7.15	5	35.75	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Sala de Espera 2	9.94	5	49.7	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Ingeniero 1	11.35	5	56.77	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Ingeniero 2	9.51	5	47.56	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Ingeniero 3	9.51	5	47.56	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Sala de Entrevistas	9.33	5	46.66	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Sala de Reuniones	19.28	5	96.44	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Wc Mujeres	5.24	5	26.22	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Wc Hombres	5.24	5	26.22	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Despacho 1	11.43	5	57.15	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Despacho 2	15.82	5	79.14	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Despacho 3	15.82	5	79.14	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Despacho 4	8.93	5	44.64	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Sala de Reuniones 1	8.95	5	44.74	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Sala de Reuniones 2	9.4	5	47	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Gerente	18.46	5	92.30	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Acceso Escaleras	6.88	5	34.40	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1

*OFICINAS PLANTA BAJA*

	Superficie (m²)	Iluminación (lm/ m²)	Flujo necesario (lm)	Luminaria	Nº de Luminarias
Pasillo	21.63	5	108.18	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Despacho 1	16.24	5	81.22	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Despacho 2	15.93	5	79.66	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Despacho 3	12.96	5	64.79	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Sala de Reuniones	10.45	5	52.27	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1

VESTUARIOS

	Superficie (m²)	Iluminación (lm/ m²)	Flujo necesario (lm)	Luminaria	Nº de Luminarias
Baños Hombres	27.67	5	138.38	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Baños Mujeres	23.27	5	116.38	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Vestuarios Hombres	28.18	5	140.93	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Vestuarios Mujeres	28.18	5	140.93	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Duchas Hombres	13.18	5	65.89	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Duchas Mujeres	13.18	5	65.89	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1

VESTIBULOS SOTANO

	Superficie (m²)	Iluminación (lm/ m²)	Flujo necesario (lm)	Luminaria	Nº de Luminarias
Vestíbulo 1	3.6	5	18	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Pasillo ascensor vestíbulo 1	6.90	5	34.54	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Vestíbulo 2	8.64	5	43.2	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Acceso escaleras vestíbulo 2	3.6	5	18	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1



Vestíbulo 4	9.72	5	48.6	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Acceso escaleras vestíbulo 4	1.8	5	9	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1

VESTIBULOS PLANTA BAJA, 1º PISO, 2º PISO

	Superficie (m ²)	Iluminación (lm/ m ²)	Flujo necesario (lm)	Luminaria	Nº de Luminarias
Vestíbulo 2 Planta baja	33.44	5	167.2	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Vestíbulo 3 Planta baja	6.153	5	30.76	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Vestíbulo 4 Planta baja	27.65	5	138.26	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Hall Recibidor	24.99	5	124.96	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	2
Acceso a las oficinas planta baja	5.08	5	25.4	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Vestíbulo 2 1º piso	9.6	5	19.2	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1
Vestíbulo 2 2º piso	9.6	5	19.2	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	1

FABRICA Y ALMACENES

	Superficie (m ²)	Iluminación (lm/ m ²)	Flujo necesario (lm)	Luminaria	Nº de Luminarias
Zona de Producción	1392.99	5	6964.96	Legrand Ref. B65 61563 de 6w 315lm	22
Almacén de Conservas	594.96	5	2974.83	Legrand Ref. B65 61563 de 6w 315lm	10
Zona de Carga	268.04	5	1340.19	Legrand Ref. B65 61563 de 6w 315lm	5
Zona de Descarga	72.99	5	364.98	Legrand Ref. B65 61563 de 6w 315lm	2
Almacén de Oficinas	89.14	5	445.69	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	5
Almacén de Fabrica	149.86	5	749.32	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	9

*ESCALERAS*

	Iluminación (lm/ m²)	Luminaria	Nº de Luminarias
ESCALERA 1	5	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	9
ESCALERA 2	5	Legrand Ref. B65 61561 de 6w 90lm	7

2.3. Cálculo de las intensidades de línea**2.3.1. Introducción**

En este apartado se van a calcular las intensidades que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación.

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

Monofásica:

$$I_r = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

Trifásica:

$$I_r = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Siendo:

I_r = Intensidad reglamentaria, es la intensidad que consume el receptor (A).

P = Potencia consumida por el receptor (W).

V = Tensión nominal (V).

$\cos \varphi$ = Factor de potencia del receptor.

En los conductores que suministren corriente a lámparas de descarga se calculara para una carga total de 1,8 veces la nominal.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplicara por 1,25 y en el caso de que una línea alimente a varios motores la línea se dimensionara 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 toda carga de los demás motores.

Otro elemento a tener en cuenta es el factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma.

2.3.2. Método de cálculo

Se calcula como ejemplo el circuito 35 y los demás vendrán resumidos en la tabla de cálculos.

$P=6500\text{w}$ con $\cos \varphi = 0.85$ (corresponde a la lavadora secadora de tarros)

$$I_n = \frac{6500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = 11.037\text{A}$$

Por ser motor habrá que tener en cuenta el 125%

$$I_r = \frac{1.25 \cdot 6500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = 13.79\text{A}$$

La I_p (intensidad de protección) será de 16 A

Como el circuito se encuentra acompañado de otros circuitos y la temperatura de la nave no va a ser de 40° C para los que se dan las tablas habrá que utilizar los factores de corrección:

- Factores de corrección para agrupamiento de varios circuitos

Tabla E. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos (Tabla A.52-3 de la norma UNE 20 460-5-523:2004)

Ref.	Disposición de cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores.		
3	Capa única fijada bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60			
4	Capa única en una bandeja perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,8			

Nota 1. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables cargados por igual.
 Nota 2. Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario factor de reducción alguno.
 Nota 3. Los mismos factores se aplican para grupos de dos o tres cables unipolares que para cables multiconductores.
 Nota 4. Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos, y se aplica el factor correspondiente a las tablas de dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas de tres conductores cargados para los cables de tres conductores.
 Nota 5. Si la instalación se compone de "n" conductores unipolares cargados, también pueden considerarse como "n/2" circuitos de dos conductores o "n/3" circuitos de tres conductores cargados.



- Factores de corrección para temperatura distinta a 40° C

Tipo de aislamiento	Tª máxima de servicio θ_s , en °C	Temperatura ambiente θ_a , en °C										
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
XLPE y EPR	90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1.00	0.95	0.90	0.84	0.77
PVC	70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1.00	0.91	0.81	0.71	0.58

- "PVC" : aislamiento policloruro de vinilo.
 - "XLPE": aislamiento polietileno reticulado.
 - "EPR" : aislamiento etileno-propileno.

El factor de corrección para otras temperaturas θ_a , distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_a}{\theta_s - 40}}$$

El circuito 35 va en la bandeja con más de 9 circuitos y tendrá un factor de corrección de 0.7

La temperatura ambiente a la que se va a encontrar la nave va a ser como máximo de 30° C y los cables serán de PVC a los que corresponde un factor de corrección de 1.15.

A continuación calcularemos la intensidad con la que entraremos a tablas:

$$I_{TABLAS} = \frac{I_p}{F.C.temperatura \cdot F.C.circuitos} = \frac{16}{1.15 \cdot 0.7} = 19.87A$$

Una vez calculada la intensidad con la que entraremos a las tablas iremos a ITC-BT-19 tabla 1 y en función de la intensidad y el tipo de canalización elegimos la intensidad inmediatamente superior que aguantara el cable a 40° C.

El circuito va a ir en bandeja perforada, Tipo E, aislamiento de PVC, trifásico al que corresponde una intensidad admisible de 22 A que corresponde a una sección de $2.5mm^2$ (esta sección no es definitiva ya que habrá que compararla con la que resulte del criterio de caída de tensión).

A continuación habrá que calcular la intensidad admisible para una temperatura de 30° C, que será la intensidad de 22 A multiplicada por los factores de corrección.

$$I_{admisible} = 22 \cdot 0.7 \cdot 1.15 = 17.71A$$

Es la intensidad que aguanta el cable que tiene que ser superior a la intensidad de la protección.

$$I_{admisible} = 17.71A > 16A = I_p$$



2.3.3. Tablas resumen de las intensidades de los cuadros

2.3.3.1. Tabla cuadro secundario N° 1

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 11	Alumbrado 1 Zona de carga (4x250w)	1000	230	0.9	7.83	1.8	4.35	R-N
Circuito 12	Emergencias	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 13	Alumbrado 2 Zona de carga (4x250w)	1000	230	0.9	7.83	1.8	4.35	S-N
Circuito 14	Emergencias	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 15	Alumbrado 3 Zona de carga (4x250w)	1000	230	0.9	7.83	1.8	4.35	T-N
Circuito 16	Puente grúa 1 3.2 TN (3.5 Kw)	3500	400	0.85	7.43	1.25	5.94	TRIF
Circuito 17	Puente grúa 2 3.2 TN (3.5 Kw)	3500	400	0.85	7.43	1.25	5.94	TRIF
Circuito 18	Polipasto 1 (1.5 Kw.)	1500	400	0.85	3.18	1.25	2.54	TRIF
Circuito 19	Polipasto 2 (1.5 Kw)	1500	400	0.85	3.18	1.25	2.54	TRIF
Circuito 20	Puerta 1 (1 Kw)	1000	400	0.85	2.12	1.25	1.70	TRIF
Circuito 21	Puerta 2 (1 Kw)	1000	400	0.85	2.12	1.25	1.70	TRIF
Circuito 22	Luces almacén 1 (5x250w)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	R-N
Circuito 23	Luces almacén 2 (5x250w)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	S-N
Circuito 24	Emergencias	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 25	Luces almacén 3 (5x250w)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	T-N
Circuito 26	Emergencias	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 27	Tomas de corriente R	3000	230	0.95	13.7	1	13.7	R-N
Circuito 28	Tomas de corriente S	3000	230	0.95	13.7	1	13.7	S-N
Circuito 29	Tomas de corriente T	3000	230	0.95	13.7	1	13.7	T-N
Circuito 30	Tomas trifásicas	3000	400	0.8	5.43	1	5.43	TRIF

2.3.3.2. Tabla cuadro secundario N° 2

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 31	Alumbrado 1.1 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	R-N
Circuito 32	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 33	Alumbrado 1.2 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	S-N
Circuito 34	Alumbrado 1.3 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	T-N



Circuito 35	Lavadora y Secadora de Envases (6.5Kw)	6500	400	0.85	13.8	1.25	11.1	TRIF
Circuito 36	Cerradora de Latas redondas (2.5 Kw)	2500	400	0.85	5.30	1.25	4.24	TRIF
Circuito 37	Alumbrado 2.1 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	R-N
Circuito 38	Alumbrado 2.2 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	S-N
Circuito 39	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 40	Alumbrado 2.3 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	T-N
Circuito 41	Cerradora de Latas irregulares (2.5 Kw)	2500	400	0.85	5.30	1.25	4.24	TRIF
Circuito 42	Cerradora de Tarros (2.5 Kw)	2500	400	0.85	5.30	1.25	4.24	TRIF
Circuito 43	Alumbrado 3.1 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	R-N
Circuito 44	Alumbrado 3.2 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	S-N
Circuito 45	Alumbrado 3.3 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	T-N
Circuito 46	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 47	Etiquetadora de Tarros (700 w)	700	400	0.85	1.48	1.25	1.18	TRIF
Circuito 48	Etiquetadora de Latas (750 w)	750	400	0.85	1.59	1.25	1.27	TRIF
Circuito 49	Alumbrado 4.1 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	R-N
Circuito 50	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 51	Alumbrado 4.2 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	S-N
Circuito 52	Alumbrado 4.3 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	T-N
Circuito 53	Tomas trifásicas	3000	400	0.8	5.43	1	5.43	TRIF
Circuito 54	Tomas de corriente R	3000	230	0.95	13.7	1	13.7	R-N
Circuito 55	Alumbrado 5.1 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	R-N
Circuito 56	Alumbrado 5.2 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	S-N
Circuito 57	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 58	Alumbrado 5.3 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	T-N
Circuito 59	Tomas trifásicas	3000	400	0.8	5.43	1	5.43	TRIF
Circuito 60	Tomas de corriente S	3000	230	0.95	13.7	1	13.7	S-N
Circuito 61	Alumbrado 6.1 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	R-N
Circuito 62	Alumbrado 6.2 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	S-N



Circuito 63	Alumbrado 6.3 (5x250)	1250	230	0.9	9.78	1.8	5.43	T-N
Circuito 64	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 65	Tomas trifásicas	3000	400	0.8	5.43	1	5.43	TRIF
Circuito 66	Tomas de corriente T	3000	230	0.95	13.7	1	13.7	T-N

2.3.3.3. Tabla cuadro secundario N° 3

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 67	Cuadro pimienta C.S.3.1	8850	400	-	18.78	-	-	TRIF
Circuito 68	Cuadro tomate C.S.3.2	40895	400	-	86.8	-	-	TRIF
Circuito 69	Cuadro de Espárrago C.S.3.3	10437	400	-	22.25	-	-	TRIF
Circuito 70	Puente grúa 6 TN	6000	400	0.85	12.73	1.25	10.18	TRIF
Circuito 71	Nevera industrial	10000	400	0.8	22.55	1.25	18.04	TRIF
Circuito 72	Alumbrado 1 Zona descarga (3x250w)	750	230	0.9	5.87	1.8	3.26	R-N
Circuito 73	Alumbrado 2 Zona descarga (3x250w)	750	230	0.9	5.87	1.8	3.26	S-N
Circuito 74	Alumbrado 3 Zona descarga (4x250w)	1000	230	0.9	7.83	1.8	4.35	T-N
Circuito 75	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 76	Puerta 3 (1 Kw)	1000	400	0.85	2.12	1.25	1.70	TRIF
Circuito 77	Tomas trifásicas	3000	400	0.8	5.43	1	5.43	TRIF

2.3.3.4. Tabla cuadro secundario N° 3.1

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 78	Cinta de cortado De rabos	2200	400	0.85	4.67	1.25	3.74	TRIF
Circuito 79	Lavadora y peladora	2250	400	0.85	4.77	1.25	3.82	TRIF
Circuito 80	Cinta de selección, repaso, y embotado	4400	400	0.85	9.34	1.25	7.47	TRIF



2.3.3.5. Tabla cuadro secundario N° 3.2

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 81	Balsa con elevador + lavadora rotativa	8500	400	0.85	18.04	1.25	14.43	TRIF
Circuito 82	Cinta selección de tomate	2200	400	0.85	4.67	1.25	3.74	TRIF
Circuito 83	Calibrador de rodillos	1750	400	0.85	3.71	1.25	2.97	TRIF
Circuito 84	Peladora termo física	16875	400	0.85	35.82	1.25	28.65	TRIF
Circuito 85	Cinta de tomate pelado	2200	400	0.85	4.67	1.25	3.74	TRIF
Circuito 86	Pasadora refinadora	8250	400	0.85	17.51	1.25	14.01	TRIF
Circuito 87	Embotadora con dosificador	750	400	0.85	1.59	1.25	1.27	TRIF
Circuito 88	Transportador de tarros charnela	370	400	0.85	0.79	1.25	0.63	TRIF

2.3.3.6. Tabla cuadro secundario N° 3.3

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 89	Cortador de extremos + calibrador	5047	400	0.85	10.71	1.25	8.57	TRIF
Circuito 90	Lavadora de malla	240	400	0.85	0.509	1.25	0.407	TRIF
Circuito 91	Cinta transportadora	2200	400	0.85	4.67	1.25	3.74	TRIF
Circuito 92	Escaldador + enfriador	750	400	0.8	1.69	1.25	1.35	TRIF
Circuito 93	Cinta de embotado	2200	400	0.85	4.67	1.25	3.74	TRIF

2.3.3.7. Tabla cuadro secundario N° 4

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 401	Pasteurizador	10000	400	0.85	21.22	1.25	16.98	TRIF
Circuito 402	Autoclave 1	7500	400	0.85	12.73	1	12.73	TRIF
Circuito 403	Autoclave 2	7500	400	0.85	12.73	1	12.73	TRIF
Circuito 404	Autoclave 3	7500	400	0.85	12.73	1	12.73	TRIF
Circuito 405	Climatización nave	60000	400	0.85	101.9	1	101.9	TRIF



2.3.3.8. Tabla cuadro secundario N° 5

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 96	Alumbrado 1 aseos hombres (6x2x26)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 97	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 98	Alumbrado 1 aseos hombres + vestíbulo 3 (8x2x26)	416	230	0.9	3.25	1.8	1.80	R-N
Circuito 99	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 100	Alumbrado 1 aseos mujeres (6x2x26)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 101	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 102	Alumbrado 1 aseos mujeres + duchas mujeres (3x2x26) + (4x2x36)	444	230	0.9	3.47	1.8	1.93	S-N
Circuito 103	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 104	Vestuarios hombres (4x2x36)	288	230	0.9	2.25	1.8	1.25	T-N
Circuito 105	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 106	Duchas hombres (4x2x36)	288	230	0.9	2.25	1.8	1.25	T-N
Circuito 107	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 108	Vestuarios mujeres (4x2x36)	288	230	0.9	2.25	1.8	1.25	T-N
Circuito 109	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 110	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 111	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 112	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N

2.3.3.9. Tabla cuadro secundario N° 6

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 113	Alumbrado 1 pasillo (7x28w)	196	230	0.9	1.53	1.8	0.58	R-N
Circuito 114	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 115	Alumbrado 2 pasillo (6x28w)	168	230	0.9	1.31	1.8	0.73	R-N
Circuito 116	Encendido 1 sala de reuniones (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N



Circuito 117	Encendido 2 sala de reuniones y encendido 1 despacho 3 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 118	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 119	Encendido 2 despacho 3 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 120	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 121	Encendido 1 hall (6x2x57w)	684	230	0.9	5.35	1.8	2.97	S-N
Circuito 122	Encendido 2 hall y acceso a oficinas (4x2x26 +3x2x57w)	550	230	0.9	4.30	1.8	2.39	S-N
Circuito 123	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 124	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 125	Encendido 1 despacho 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 126	Encendido2 despacho 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 127	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 128	Encendido 1 despacho2 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 129	Encendido 2 despacho 2 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 130	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 131	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 132	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 133	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 134	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N

2.3.3.10. Tabla cuadro secundario N° 7

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 135	Encendido 1 almacén oficinas (5x35w)	175	230	0.9	1.37	1.8	0.76	R-N
Circuito 136	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 137	Encendido2 almacén oficinas (5x35w)	140	230	0.9	1.10	1.8	0.61	S-N



Circuito 138	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 139	Encendido 3 almacén oficinas (5x35w)	175	230	0.9	1.37	1.8	0.76	T-N
Circuito 140	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 141	Vestíbulo 1 sótano (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 142	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 143	Ascensor	4500	400	0.85	9.55	1.25	7.64	TRIF
Circuito 144	Presión agua	4500	400	0.85	9.55	1.25	7.64	TRIF
Circuito 145	Vestíbulo 2 sótano (4x35w)	140	230	0.9	1.10	1.8	0.61	T-N
Circuito 146	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 147	Vestíbulo 2 1piso (6x2x26)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 148	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 149	Vestíbulo 2 1piso (6x2x26)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 150	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 151	Vestíbulo 2 planta baja (4x35w)	140	230	0.9	1.10	1.8	0.61	R-N
Circuito 152	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 153	Escaleras 2 Encendido 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 154	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 155	Escaleras 2 Encendido 2 (7x2x26w)	364	230	0.9	2.85	1.8	1.58	R-N
Circuito 156	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 157	Escaleras 1 Encendido 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 158	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 159	Escaleras 1 Encendido 2 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	S-N
Circuito 160	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 161	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 162	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 163	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N



2.3.3.11. Tabla cuadro secundario N° 8

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 164	Alumbrado vestíbulo 4 sótano (3x35 +2x26w)	157	230	0.9	1.23	1.8	0.68	R-N
Circuito 165	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 166	Alumbrado vestíbulo 4 planta baja (5x35w)	175	230	0.9	1.37	1.8	0.76	S-N
Circuito 167	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 168	Encendido almacén 1.1 (6x35w)	210	230	0.9	1.64	1.8	0.91	R-N
Circuito 169	Encendido almacén 1.2 (4x35w)	140	230	0.9	1.10	1.8	0.61	R-N
Circuito 170	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 171	Encendido almacén 1.3 (4x35w)	140	230	0.9	1.10	1.8	0.61	S-N
Circuito 172	Encendido almacén 2.1 (4x35w)	140	230	0.9	1.10	1.8	0.61	S-N
Circuito 173	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 174	Encendido almacén 2.2 (6x35w)	210	230	0.9	1.64	1.8	0.91	T-N
Circuito 175	Encendido almacén 2.3 (4x35w)	140	230	0.9	1.10	1.8	0.61	T-N
Circuito 176	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 177	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 178	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 179	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 180	Presión aire	4500	400	0.85	9.55	1.25	7.64	TRIF
Circuito 181	Presión agua	4500	400	0.85	9.55	1.25	7.64	TRIF

2.3.3.12. Tabla cuadro secundario N° 9

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 901	C.S. 9.1	4368	400	-	7.02	-	-	TRIF
Circuito 902	C.S. 9.2	4252	400	-	6.81	-	-	TRIF
Circuito 903	C.S. 9.3	28004	400	-	43.93	-	-	TRIF
Circuito 904	C.S. 9.4	3896	400	-	6.24	-	-	TRIF
Circuito 905	C.S. 9.5	3088	400	-	4.95	-	-	TRIF
Circuito 906	C.S. 9.6	21924	400	-	34.39	-	-	TRIF



Circuito 907	C.S. 9.7	2748	400	-	4.40	-	-	TRIF
Circuito 908	C.S. 9.8	4056	400	-	6.50	-	-	TRIF
Circuito 909	C.S.9.9	25936	400	-	40.69	-	-	TRIF
Circuito 110	Climatización oficinas	40000	400	0.85	67.92	1	67.92	TRIF

2.3.3.13. Tabla cuadro secundario N° 9.1

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 186	Encendido 1 zona de ocio (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 187	Encendido 2 zona de ocio (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 188	Encendido 3 zona de ocio (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 189	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 190	Alumbrado 1 personal 5 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 191	Alumbrado 2 personal 5 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 192	Alumbrado 3 personal 5 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 193	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 194	Alumbrado 1.1 personal 5 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	R-N
Circuito 195	Alumbrado 1.2 personal 5 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	R-N
Circuito 196	Alumbrado 2.1 personal 5 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	S-N
Circuito 197	Alumbrado 2.2 personal 5 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	S-N
Circuito 198	Alumbrado 3.1 personal 5 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	T-N
Circuito 199	Alumbrado 3.2 personal 5 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	T-N
Circuito 200	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 201	Alumbrado 1 personal 7 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N



Circuito 202	Alumbrado 2 personal 7 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 203	Alumbrado 3 personal 7 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 204	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N

2.3.3.14. Tabla cuadro secundario N° 9.2

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 205	Alumbrado 1 personal 8 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 206	Alumbrado 2 personal 8 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 207	Alumbrado 3 personal 8 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 208	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 209	Alumbrado 1.1 personal 9 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	R-N
Circuito 210	Alumbrado 1.2 personal 9 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	R-N
Circuito 211	Alumbrado 2.1 personal 9 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	S-N
Circuito 212	Alumbrado 2.2 personal 9 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	S-N
Circuito 213	Alumbrado 3.1 personal 9 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	T-N
Circuito 214	Alumbrado 3.2 personal 9 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	T-N
Circuito 215	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 216	Alumbrado 1.1 personal 10 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	R-N
Circuito 217	Alumbrado 1.2 personal 10 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	R-N
Circuito 218	Alumbrado 2.1 personal 10 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	S-N
Circuito 219	Alumbrado 2.2 personal 10 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	S-N



Circuito 220	Alumbrado 3.1 personal 10 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	T-N
Circuito 221	Alumbrado 3.2 personal 10 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.04	1.8	1.13	T-N
Circuito 222	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 223	Pasillo 5 + almacén zona ocio (7x28w)	196	230	0.9	1.53	1.8	0.85	S-N
Circuito 224	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N

2.3.3.15. Tabla cuadro secundario N° 9.3

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 225	Encendido 1 pasillo 4 (6x28w)	168	230	0.9	1.31	1.8	0.73	R-N
Circuito 226	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 227	Encendido 2 pasillo 4 (6x28w)	168	230	0.9	1.31	1.8	0.73	S-N
Circuito 228	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 229	Encendido 3 pasillo 4 (6x28w)	168	230	0.9	1.31	1.8	0.73	T-N
Circuito 230	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 231	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 232	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 233	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 234	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 235	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 236	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 237	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 238	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 239	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 240	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 241	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N



2.3.3.16. Tabla cuadro secundario N° 9.4

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 242	Encendido 1 médico (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 243	Encendido 2 médico (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 244	Encendido 3 médico (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 245	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 246	Pasillo 2 (5x28w)	140	230	0.9	1.10	1.8	0.61	T-N
Circuito 247	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 248	Almacén instalaciones 2 (4x28w)	112	230	0.9	0.87	1.8	0.49	T-N
Circuito 249	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 250	Aseo adaptado (2x28w)	56	230	0.9	0.43	1.8	0.24	R-N
Circuito 251	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 252	Sala de espera (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 253	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 254	Encendido 1 ingeniero 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 255	Encendido 2 ingeniero 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 256	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 257	Encendido 1 sala entrevistas y despacho 1 (7x2x26w)	364	230	0.9	2.84	1.8	1.58	R-N
Circuito 258	Encendido 2 sala entrevistas y despacho 1 (7x2x26w)	364	230	0.9	2.84	1.8	1.58	S-N
Circuito 259	Encendido 3 sala entrevistas y despacho 1 (7x2x26w)	364	230	0.9	2.84	1.8	1.58	T-N
Circuito 260	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 261	Encendido 1 sala de reuniones (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	R-N
Circuito 262	Encendido 2 sala de reuniones (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	S-N
Circuito 263	Encendido 3 sala de reuniones	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	T-N



Circuito 264	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
--------------	-------------	---	---	---	---	---	---	-----

2.3.3.17. Tabla cuadro secundario N° 9.5

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 265	Encendido 1 ingeniero 2 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 266	Encendido 2 ingeniero 2 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 267	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 268	Encendido 1 ingeniero 3 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 269	Encendido 2 ingeniero 3 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 270	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 271	Pasillo 3 (6x28w)	168	230	0.9	1.31	1.8	0.73	T-N
Circuito 272	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 273	Wc Mujeres (2x28 + 3x2x26w)	212	230	0.9	1.66	1.8	0.92	R-N
Circuito 274	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 275	Wc hombres (2x28 + 3x2x26w)	212	230	0.9	1.66	1.8	0.92	S-N
Circuito 276	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 277	Encendido 1 despacho 2 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	R-N
Circuito 278	Encendido 2 despacho 2 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	S-N
Circuito 279	Encendido 3 despacho 2 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	T-N
Circuito 280	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 281	Encendido 1 despacho 3 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	R-N
Circuito 282	Encendido 2 despacho 3 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	S-N
Circuito 283	Encendido 3 despacho 3 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	T-N
Circuito 284	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N



2.3.3.18. Tabla cuadro secundario N° 9.6

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 285	Encendido 1 sala de reuniones 1 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	R-N
Circuito 286	Encendido 2 sala de reuniones 1 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	R-N
Circuito 287	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 288	Encendido 1 sala de reuniones 2 + encendido 1 gerente (7x2x26w)	364	230	0.9	2.84	1.8	1.58	R-N
Circuito 289	Encendido 2 sala de reuniones 2 + encendido 1 gerente (7x2x26w)	364	230	0.9	2.84	1.8	1.58	S-N
Circuito 290	Encendido 3 sala de reuniones 2 + encendido 1 gerente (7x2x26w)	364	230	0.9	2.84	1.8	1.58	T-N
Circuito 291	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 292	Encendido 1 despacho 4 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	S-N
Circuito 293	Encendido 2 despacho 4 (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	S-N
Circuito 294	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 295	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 296	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 297	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 298	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 299	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 300	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 301	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 302	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N



2.3.3.19. Tabla cuadro secundario N° 9.7

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 303	Alumbrado sala de espera (4x2x26w)	208	230	0.9	1.63	1.8	0.9	T-N
Circuito 304	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 305	Alumbrado zona de fotocopias (6x28w)	168	230	0.9	1.31	1.8	0.73	R-N
Circuito 306	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 307	Encendido 1 pasillo de fotocopias (4x28w)	112	230	0.9	0.88	1.8	0.79	R-N
Circuito 308	Encendido 2 pasillo de fotocopias (4x28w)	112	230	0.9	0.88	1.8	0.79	R-N
Circuito 309	Emergencias	-	-	-	-	-	-	R-N
Circuito 310	Alumbrado almacén instalaciones + pasillo escaleras (5x28w)	140	230	0.9	1.1	1.8	0.61	T-N
Circuito 311	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 312	Encendido 1 pasillo 1 (5x28w)	140	230	0.9	1.1	1.8	0.61	S-N
Circuito 313	Encendido 2 pasillo 1 (5x28w)	140	230	0.9	1.1	1.8	0.61	S-N
Circuito 314	Encendido 3 pasillo 1 (6x28w)	168	230	0.9	1.31	1.8	0.73	S-N
Circuito 315	Emergencias	-	-	-	-	-	-	S-N
Circuito 316	Alumbrado 1 personal 1 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	R-N
Circuito 317	Alumbrado 2 personal 1 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	R-N
Circuito 318	Alumbrado 3 personal 1 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	S-N
Circuito 319	Alumbrado 4 personal 1 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	S-N
Circuito 320	Alumbrado 5 personal 1 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	T-N
Circuito 321	Alumbrado 6 personal 1 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	T-N



Circuito 322	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
--------------	-------------	---	---	---	---	---	---	-----

2.3.3.20. Tabla cuadro secundario N° 9.8

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 323	Alumbrado 1 personal 2 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	R-N
Circuito 324	Alumbrado 2 personal 2 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	R-N
Circuito 325	Alumbrado 3 personal 2 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	S-N
Circuito 326	Alumbrado 4 personal 2 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	S-N
Circuito 327	Alumbrado 5 personal 2 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	T-N
Circuito 328	Alumbrado 6 personal 2 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	T-N
Circuito 329	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 330	Alumbrado 1 personal 3 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	R-N
Circuito 331	Alumbrado 2 personal 3 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	R-N
Circuito 332	Alumbrado 3 personal 3 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	S-N
Circuito 333	Alumbrado 4 personal 3 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	S-N
Circuito 334	Alumbrado 5 personal 3 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	T-N
Circuito 335	Alumbrado 6 personal 3 (5x2x26w)	260	230	0.9	2.03	1.8	1.13	T-N
Circuito 336	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 337	Alumbrado 1 personal 4 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 338	Alumbrado 2 personal 3 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 339	Alumbrado 3 personal 3 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N



Circuito 340	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
--------------	-------------	---	---	---	---	---	---	-----

2.3.3.21. Tabla cuadro secundario N° 9.9

circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	cosφ	Ir (A)	F.C	Inom (A)	Fase
Circuito 341	Alumbrado I+D zona 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	R-N
Circuito 342	Alumbrado I+D zona 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	S-N
Circuito 343	Alumbrado I+D zona 1 (6x2x26w)	312	230	0.9	2.44	1.8	1.36	T-N
Circuito 344	Emergencias	-	-	-	-	-	-	T-N
Circuito 345	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 346	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 347	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 348	Tomas de corriente R	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 349	Tomas de corriente S	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 350	Tomas de corriente T	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 351	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	R-N
Circuito 352	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	S-N
Circuito 353	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N
Circuito 354	Tomas de corriente SAI	2500	230	0.95	11.44	1	11.44	T-N

2.3.3.22. Cuadro general de distribución

Una vez calculadas las intensidades que consume cada receptor y concretadas las fases, se sumaran las intensidades de cada cuadro teniendo en cuenta su modulo y su argumento.

Los valores de tensión serán los siguientes:

MONOFASICO:

$$V_1 = 230 \angle -90^\circ \text{ V}$$

$$V_2 = 230 \angle 150^\circ \text{ V}$$

$$V_3 = 230 \angle 30^\circ \text{ V}$$

TRIFASICO:

$$U_1 = 400 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$U_2 = 400 \angle -120^\circ \text{ V}$$

$$U_3 = 400 \angle 120^\circ \text{ V}$$

A continuación y a modo de ejemplo se realizara la suma de intensidades del cuadro secundario 9.8, los demás vendrán en la tabla a modo de resumen.

-FASE R:

$$I_r = 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.44 \angle -115.84 = 10.56 \angle -115.84$$

-FASE S:

$$I_r = 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.44 \angle -115.84 = 10.56 \angle -115.84$$

-FASE T:

$$I_r = 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.03 \angle -115.84 + 2.44 \angle -115.84 = 10.56 \angle -115.84$$

Circuito	Descripción	Potencia (w)	Tensión (V)	Fases	Ir (A)
Circuito 02	C.S. 1	30750	400	FASE R	47.64 $\angle -72.87$
				FASE S	47.64 $\angle 167.13$
				FASE T	47.64 $\angle 47.13$
Circuito 03	C.S. 2	55950	400	FASE R	93.51 $\angle -83.22$
				FASE S	93.51 $\angle 156.78$
				FASE T	93.51 $\angle 36.78$
Circuito 04	C.S.3	63395	400	FASE R	130.39 $\angle -35.43$
				FASE S	130.39 $\angle 204.57$
				FASE T	130.73 $\angle 83.71$
Circuito 05	C.S.4	92500	400	FASE R	161.31 $\angle -31.78$
				FASE S	161.31 $\angle 208.22$
				FASE T	161.31 $\angle 88.22$
Circuito 06	C.S. 5	9848	400	FASE R	17.1 $\angle -110.74$
				FASE S	17.71 $\angle 129.26$
				FASE T	17.85 $\angle 8.92$



Circuito 07	C.S. 6	13746	400	FASE R	32.97 $\angle_{-110.54}$
				FASE S	21.04 $\angle_{128.3}$
				FASE T	21.15 $\angle_{8.29}$
Circuito 08	C.S.7	19454	400	FASE R	29.41 $\angle_{-71.60}$
				FASE S	29.57 $\angle_{168.09}$
				FASE T	29.12 $\angle_{48.95}$
Circuito 09	C.S.8	17812	400	FASE R	26.82 $\angle_{-65.94}$
				FASE S	27.46 $\angle_{175.35}$
				FASE T	26.05 $\angle_{56.13}$
Circuito 10	C.S.9	138272	400	FASE R	193.62 $\angle_{-91.02}$
				FASE S	206.02 $\angle_{147.87}$
				FASE T	204.6 $\angle_{28.02}$

Para el calculo de la corriente del C.S N° 3 no tenemos en cuenta ni el circuito del pimiento ni el del espárrago, ya que las maquinas se utilizaran por temporadas y nunca funcionarán a la vez. Únicamente tendremos en cuenta el circuito del tomate ya que es el que mas consume.

Al sumar las intensidades de los cuadros secundarios nos quedan las siguientes intensidades por fase:

FASES	Ir (A)
Fase R	649.46 $\angle_{-65.66}$
Fase S	651.36 $\angle_{174.26}$
Fase T	649.89 $\angle_{54.27}$

Se utilizara un coeficiente de simultaneidad de 0.9 a cada cuadro, por lo que se cojera la mayor intensidad por fase de cada cuadro y la multiplicaremos por 0.9. Por ejemplo del cuadro N° 8 se cojera 29.57.

Numero de cuadro	Ir (A)	Coefficiente de simultaneidad	Ir (A)
C.G.P	651.36	0.9	586.224
C.S.1	47.64	0.9	42.876
C.S.2	93.51	0.9	84.16
C.S.3	130.39	0.9	117.351
C.S.4	161.31	0.9	145.18
C.S.5	17.85	0.9	16.07
C.S.6	32.97	0.9	29.673
C.S.7	29.57	0.9	26.613



C.S.8	27.46	0.9	24.714
C.S.9	206.02	0.9	185.418

Al cuadro general de distribución se le multiplica por el coeficiente de simultaneidad debido a que la suma de este esta realizada sin aplicarle dicho coeficiente.

2.3.4. Calculo de la potencia del transformador

Tras el cálculo de las intensidades que demandara la empresa se ha visto que para estas necesidades de consumo el transformador adecuado para la instalación es de 800KVA que proporcionara una intensidad de:

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{800000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1154,7A$$

Con este transformador la instalación de la nave queda abastecida y le sobra bastante, ya que la intensidad demandada es de 651. A. Además permite futuras ampliaciones de las instalaciones que aunque en principio no se tiene en cuenta, se permite incluir nuevas maquinas en la nave sin riesgo a tener que comprar otro transformador, ya que en este tipo de industrias se puede cambiar las maquinas con mucha facilidad.

2.3.5. Potencia contratada

Una vez calculadas las potencias de cada cuadro, las multiplicaremos por un coeficiente de simultaneidad para cada cuadro, los resultados se adjuntan en la siguiente tabla:

k_s = coeficiente de simultaneidad 0,9

Cuadros	Potencia total (W)	Coficiente de simultaneidad	POTENCIA (W)
CUADRO 1	30750	0.9	27675
CUADRO 2	55950	0.9	50355
CUADRO 3	63395	0.9	57055.5
CUADRO 4	92500	0.9	83250
CUADRO 5	9848	0.9	8863.2
CUADRO 6	13746	0.9	12371.4
CUADRO 7	19454	0.9	17508.6
CUADRO 8	17812	0.9	16030.8
CUADRO 9	138272	0.9	124444.8
TOTAL	441727	397554.3

Para determinar la potencia que debemos contratar lo que haremos es multiplicar la potencia aparente total por un coeficiente de simultaneidad que será 0.9.



$$P_{contratada} = S_{total} \cdot k_s$$

$$P_{contratada} = 502523.71 \cdot 0.9 = 452271.34 \text{ VA}$$

Para esa potencia contratada, vamos a pedir a la compañía que el cobro de la factura lo haga por el método de 1 maxímetro.

- Si sobrepasamos 1.05 veces la potencia contratada se aplicara la siguiente formula:

$$P_F = P_R + 2 \cdot (P_R - 1.05 \cdot P_C)$$

Donde:

P_F = Potencia facturada

P_R = Potencia registrada por el maxímetro

P_C = Potencia contratada

- Si el maxímetro marca entre 0,85 veces y 1.05 veces la potencia contratada nos aplicara esta formula:

$$P_F = P_R$$

- Si no llegamos a 0.85 veces la potencia contratada nos aplicara esta formula:

$$P_F = 0.85 \cdot P_C$$

Si contratamos una potencia de 452.271 Kw podremos llegar a tener un consumo de 474.885 Kw sin que se produzca ningún recargo. La intensidad máxima que puede circular sin provocar recargo es de:

$$I = \frac{1.05 \cdot P_C}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{474885}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.97} = 706.63 \text{ A}$$

2.4. Cálculo de los conductores de baja tensión

2.4.1. Introducción

Una vez obtenidos los resultados de las intensidades reglamentarias y de las potencias que consumen cada circuito, realizaremos los cálculos de las secciones de los cables teniendo en cuenta dos criterios, el criterio térmico y el criterio de caída de tensión.

2.4.2. Acometida

Es la línea que alimenta el cuadro general de distribución y va directamente desde el transformador. Dimensionaremos esta línea para que pueda abastecer en un 100% la carga del transformador, que aunque en nuestro caso todavía no es necesario en



un futuro es posible una ampliación de la nave o la introducción de nueva maquinaria más potente, de ahí que sobredimensionemos.

Como se ha calculado anteriormente la intensidad para la que hay que dimensionar la línea será de 1155 A. El centro de transformación está situado a 35m del cuadro general de distribución.

Además se han designado 3 conductores por fase por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio de la total. Se trata de una línea subterránea por lo que según el Reglamento Electrotécnico de baja tensión establece que se deben aplicar 2 factores de corrección uno de 0.75 por ser una agrupación de cables trifásicos bajo tierra separados a una distancia de 10cm entre si y otro de 1.02 por estar enterrados a una profundidad de 0.5m

Los cálculos se realizan según la ITC-BT-07 que dan la sección y el factor de corrección que se debe emplear para cables con conductores de cobre en instalaciones subterráneas.

$$I = \frac{I}{F_{C1} \cdot F_{C2}} = \frac{1155}{0.75 \cdot 1.02} = 1509.8$$

La distribución de la corriente del centro de transformación al cuadro general se realizará mediante 9 conductores unipolares de cobre de 240 mm^2 siendo para cada una de las 3 fases 3 de ellos y para los neutros utilizaremos 3 conductores unipolares de cobre de 120 mm^2 con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Una vez realizados los cálculos con el criterio térmico habrá que realizar los cálculos con el criterio de caída de tensión para ver la sección que le corresponde a la acometida:

$$U (\%) = 1.5 \quad L = 35\text{m} \quad P = 613772.86 \text{ w} \quad V = 400\text{V}$$

Donde:

S= Sección (mm^2)

L= Longitud de la línea (m)

P= Potencia conectada (W)

c= Conductividad del cobre (S/m=56)

u= Caída de tensión admisible

V= Tensión nominal (V)

$$S = \frac{L \cdot P}{c \cdot u \cdot V} = \frac{35 \cdot 613772.86}{56 \cdot (1.5\% \cdot 400) \cdot 400} = 159.83 \text{ mm}^2 \quad S_{\text{normalizada}} = 185 \text{ mm}^2$$

La sección elegida para la acometida es:

$$3 \times 3 \times 240 \text{ mm}^2 \text{ Cu} + 3 \times 120 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$



El aislamiento será de XLPE y el diámetro exterior de los tubos será de 225mm

2.4.3. Circuitos interiores

2.4.3.1. Método de calculo

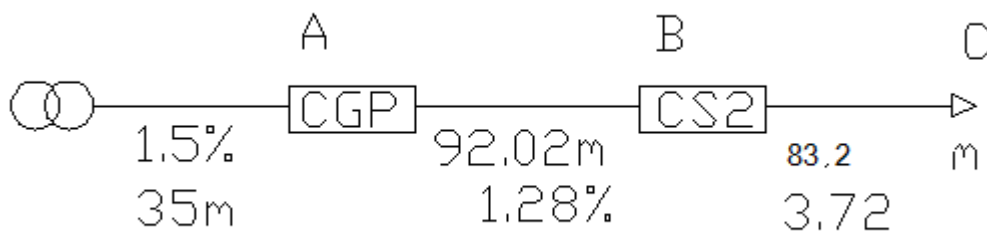
Para realizar el cálculo de los circuitos interiores, primero realizaremos un circuito detallado y los demás circuitos se mostraran en la tabla resumen. Para ello debemos tener en cuenta dos criterios:

- Criterio térmico

Los pasos de cómo calcular las secciones según este criterio se pueden observar mirando el punto “2.3.2 Métodos de cálculo”, donde calcula como ejemplo el circuito numero 35.

- Criterio de caída de tensión

También se calcula el circuito 35 perteneciente al C.S. 2



Sabiendo que la acometida tiene una longitud de 35m y que la caída de tensión es de 1,5%, queda calcular la caída de tensión del punto A al punto C, y primero se calcula la caída de tensión para el circuito mas desfavorable del SCN.2.

(La CDT. debe ser de 4,5% para el alumbrado y de 6,5% para los demás usos), según la ITC-BT-19.

Como el Circuito 35 es de fuerza, la caída de tensión no debe superar el 6,5 %.

El circuito mas desfavorable del C.S.N. 2 es el numero 35 con una longitud de 83.2 m.

Se divide el tramo A-C en porciones:

La porción A-B es trifásica:

$$Porcion_{AB} = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_p = \sqrt{3} \cdot 92.02 \cdot 100 = 15938.33$$



La porción B-C es trifásica:

$$Porcion_{AB} = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_p = \sqrt{3} \cdot 83.2 \cdot 16 = 2305.70$$

$$Porción_{TOTAL} = 18244.03$$

Desde el punto A al punto C la caída de tensión es del 5%.
Ahora se calcula la caída de tensión en el tramo A-B

$$u(\%)_{AB} = \frac{5 \cdot 15938.33}{18244.03} = 4.36\%$$

$$u(V)_{AB} = \frac{4.36}{100} \cdot 400 = 17.47V$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{c \cdot u} = \frac{\sqrt{3} \cdot 92.02 \cdot 100 \cdot 0.9}{56 \cdot 17.47} = 14.66mm^2$$

La sección normalizada es $16mm^2$ pero en este tramo la sección que se ha impuesto por criterio térmico es de $50mm^2$. Ahora se calcula la caída de tensión para la sección de $50mm^2$.

$$u = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{c \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 92.02 \cdot 100 \cdot 0.9}{56 \cdot 50} = 5.12V$$

$$u(\%)_{AB} = \frac{5.12}{400} \cdot 100 = 1.28\%$$

La caída de tensión del tramo AB será de 1.28% por lo que la caída del tramo BC será de 1.72% para alumbrado y 3.72% para fuerza. Entonces la caída de tensión para el circuito 35 es de 3.72% y la longitud de este de 83.2m. La sección que corresponde por caída de tensión es:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{c \cdot u} = \frac{\sqrt{3} \cdot 83.2 \cdot 13.8 \cdot 0.85}{56 \cdot 14.88} = 2.02mm^2$$

La sección normalizada es de $2.5mm^2$. Como la sección por criterio térmico también da $2.5mm^2$ la sección de este circuito será de $2.5mm^2$.



2.4.3.2. Tabla resumen de cálculos

Circuito	Descripción	In(A)	Ir(A)	Iadm (A)	L(m)	U (%)	Sección Por C. térmico (mm ²)	Sección por c.d.t (mm ²)
Circuito 11	Alumbrado	4.35	7.83	16.38	55.53	2.37	1.5	4
Circuito 12	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 13	Alumbrado	4.35	7.83	16.38	50.66	2.37	1.5	2.5
Circuito 14	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 15	Alumbrado	4.35	7.83	16.38	46.3	2.37	1.5	2.5
Circuito 16	Fuerza	5.94	7.43	17.71	105.79	4.37	2.5	1.5
Circuito 17	Fuerza	5.94	7.43	17.71	105.79	4.37	2.5	1.5
Circuito 18	Fuerza	2.54	3.18	13.8	91.69	4.37	1.5	1.5
Circuito 19	Fuerza	2.54	3.18	13.8	91.69	4.37	1.5	1.5
Circuito 20	Fuerza	1.70	2.12	13.8	42.89	4.37	1.5	1.5
Circuito 21	Fuerza	1.70	2.12	13.8	33.89	4.37	1.5	1.5
Circuito 22	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	51.33	2.37	1.5	4
Circuito 23	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	45.35	2.37	1.5	4
Circuito 24	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 25	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	39.4	2.37	1.5	2.5
Circuito 26	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 27	Fuerza	13.7	13.7	20.9	58.93	4.37	2.5	4
Circuito 28	Fuerza	13.7	13.7	20.9	58.93	4.37	2.5	4
Circuito 29	Fuerza	13.7	13.7	20.9	58.93	4.37	2.5	4
Circuito 30	Fuerza	5.43	5.43	17.71	58.93	4.37	2.5	1.5
Circuito 31	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	69.23	1.72	1.5	6
Circuito 32	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 33	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	65.04	1.72	1.5	6
Circuito 34	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	60.85	1.72	1.5	6
Circuito 35	Fuerza	11.1	13.8	17.71	83.2	3.72	2.5	2.5
Circuito 36	Fuerza	4.24	5.30	12.88	83.2	3.72	1.5	1.5
Circuito 37	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	56.66	1.72	1.5	6
Circuito 38	alumbrado	5.43	9.78	15.3	52.47	1.72	1.5	6
Circuito 39	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 40	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	48.28	1.72	1.5	4
Circuito 41	Fuerza	4.24	5.30	12.88	83.2	3.72	1.5	1.5
Circuito 42	Fuerza	4.24	5.30	12.88	83.2	3.72	1.5	1.5
Circuito 43	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	44.09	1.72	1.5	4
Circuito 44	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	39.9	1.72	1.5	4
Circuito 45	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	35.71	1.72	1.5	4
Circuito 46	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 47	Fuerza	1.18	1.48	12.88	83.2	3.72	1.5	1.5
Circuito 48	Fuerza	1.27	1.59	12.88	83.2	3.72	1.5	1.5
Circuito 49	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	36.22	1.72	1.5	4
Circuito 50	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 51	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	40.41	1.72	1.5	4
Circuito 52	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	44.6	1.72	1.5	4



Circuito 53	Fuerza	5.43	5.43	17.71	68.11	3.72	2.5	1.5
Circuito 54	Fuerza	13.7	13.7	20.93	68.11	3.72	2.5	4
Circuito 55	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	48.79	1.72	1.5	4
Circuito 56	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	52.98	1.72	1.5	6
Circuito 57	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 58	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	57.17	1.72	1.5	6
Circuito 59	Fuerza	5.43	5.43	17.71	62.85	3.72	2.5	1.5
Circuito 60	Fuerza	13.7	13.7	20.93	62.85	3.72	2.5	4
Circuito 61	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	61.36	1.72	1.5	6
Circuito 62	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	65.55	1.72	1.5	6
Circuito 63	Alumbrado	5.43	9.78	15.3	69.74	1.72	1.5	6
Circuito 64	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 65	Fuerza	5.43	5.43	17.71	55.77	3.72	2.5	1.5
Circuito 66	Fuerza	13.7	13.7	20.93	55.77	3.72	2.5	4
Circuito 67	Derivación	-	18.78	36.8	11.21	0.26	6	1.5
Circuito 68	Derivación	-	86.8	110.4	8.77	0.18	35	4
Circuito 69	Derivación	-	22.25	36.8	7.33	0.22	6	1.5
Circuito 70	Fuerza	10.18	12.73	17.71	38.93	3.082	2.5	1.5
Circuito 71	Fuerza	18.04	22.55	29.78	2.24	3.082	6	1.5
Circuito 72	alumbrado	3.26	5.87	15.3	40.32	1.082	1.5	4
Circuito 73	Alumbrado	3.26	5.87	15.3	40.32	1.082	1.5	4
Circuito 74	Alumbrado	4.35	7.83	15.3	30.72	1.082	1.5	4
Circuito 75	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 76	Fuerza	1.70	2.12	13.8	38.93	3.082	1.5	1.5
Circuito 77	Fuerza	5.43	5.43	17.71	33.56	3.082	2.5	1.5
Circuito 78	Fuerza	3.74	4.67	10.46	10.5	2.822	1.5	1.5
Circuito 79	Fuerza	3.82	4.77	10.46	14.82	2.822	1.5	1.5
Circuito 80	Fuerza	7.47	9.34	10.46	22.8	2.822	1.5	1.5
Circuito 81	Fuerza	14.43	18.04	25.3	8.10	2.902	10	1.5
Circuito 82	Fuerza	3.74	4.67	8.22	12.71	2.902	1.5	1.5
Circuito 83	Fuerza	2.97	3.71	8.22	24.61	2.902	1.5	1.5
Circuito 84	Fuerza	28.65	35.82	48.70	26.61	2.902	25	2.5
Circuito 85	Fuerza	3.74	4.67	8.22	35.61	2.902	1.5	1.5
Circuito 86	Fuerza	14.01	17.51	25.3	39.61	2.902	10	2.5
Circuito 87	Fuerza	1.27	1.59	8.22	42.31	2.902	1.5	1.5
Circuito 88	Fuerza	0.63	0.79	8.22	47.31	2.902	1.5	1.5
Circuito 89	Fuerza	8.57	10.71	23.4	11	2.862	6	1.5
Circuito 90	Fuerza	0.407	0.509	8.22	23.56	2.862	1.5	1.5
Circuito 91	Fuerza	3.74	4.67	8.22	30.98	2.862	1.5	1.5
Circuito 92	Fuerza	1.35	1.69	8.22	38.98	2.862	1.5	1.5
Circuito 93	Fuerza	3.74	4.67	8.22	46.98	2.862	1.5	1.5
Circuito 401	Fuerza	16.98	21.22	32.2	6.60	3.75	10	1.5
Circuito 402	Fuerza	12.73	12.73	18.51	8.97	3.75	4	1.5
Circuito 403	Fuerza	12.73	12.73	18.51	7.97	3.75	4	1.5
Circuito 404	Fuerza	12.73	12.73	18.51	4.92	3.75	4	1.5



Circuito 405	Fuerza	101.9	101.9	126.5	15	3.75	35	4
Circuito 96	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	22.10	2.06	1.5	1.5
Circuito 97	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 98	Alumbrado	1.80	3.25	13.8	21.30	2.06	1.5	1.5
Circuito 99	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 100	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	22.58	2.06	1.5	1.5
Circuito 101	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 102	Alumbrado	1.93	3.47	13.8	26.37	2.06	1.5	1.5
Circuito 103	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 104	Alumbrado	1.25	2.25	13.8	15.8	2.06	1.5	1.5
Circuito 105	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 106	Alumbrado	1.25	2.25	13.8	24.87	2.06	1.5	1.5
Circuito 107	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 108	Alumbrado	1.25	2.25	13.8	21.8	2.06	1.5	1.5
Circuito 109	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 110	Fuerza	11.44	11.44	19.32	20.15	4.06	2.5	1.5
Circuito 111	Fuerza	11.44	11.44	19.32	7.18	4.06	2.5	1.5
Circuito 112	Fuerza	11.44	11.44	19.32	19.45	4.06	2.5	1.5
Circuito 113	Alumbrado	0.58	1.53	13.8	36.39	2.8	1.5	1.5
Circuito 114	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 115	Alumbrado	0.73	1.31	13.8	35.5	2.8	1.5	1.5
Circuito 116	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	23.75	2.8	1.5	1.5
Circuito 117	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	28.53	2.8	1.5	1.5
Circuito 118	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 119	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	29.57	2.8	1.5	1.5
Circuito 120	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 121	Alumbrado	2.97	5.35	13.8	23.91	2.8	1.5	1.5
Circuito 122	Alumbrado	2.39	4.30	13.8	23.91	2.8	1.5	1.5
Circuito 123	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 124	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 125	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	13.93	2.8	1.5	1.5
Circuito 126	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	13.93	2.8	1.5	1.5
Circuito 127	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 128	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	20.13	2.8	1.5	1.5
Circuito 129	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	20.13	2.8	1.5	1.5
Circuito 130	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 131	Fuerza	11.44	11.44	19.32	23.43	4.8	2.5	1.5
Circuito 132	Fuerza	11.44	11.44	19.32	19.68	4.8	2.5	1.5
Circuito 133	Fuerza	11.44	11.44	19.32	25.43	4.8	2.5	1.5
Circuito 134	Fuerza	11.44	11.44	19.32	26.5	4.8	2.5	1.5
Circuito 135	Alumbrado	0.76	1.37	13.8	55.34	2.83	1.5	1.5
Circuito 136	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 137	Alumbrado	0.61	1.10	13.8	56.47	2.83	1.5	1.5
Circuito 138	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 139	Alumbrado	0.76	1.37	13.8	49.94	2.83	1.5	1.5



Circuito 140	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 141	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	11.71	2.83	1.5	1.5
Circuito 142	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 143	Fuerza	7.64	9.55	17.02	20	4.83	2.5	1.5
Circuito 144	Fuerza	7.64	9.55	17.02	20	4.83	2.5	1.5
Circuito 145	Alumbrado	0.61	1.10	13.8	35.28	2.83	1.5	1.5
Circuito 146	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 147	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	38.23	2.83	1.5	1.5
Circuito 148	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 149	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	42.24	2.83	1.5	1.5
Circuito 150	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 151	Alumbrado	0.61	1.10	13.8	41.64	2.83	1.5	1.5
Circuito 152	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 153	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	53.35	2.83	1.5	1.5
Circuito 154	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 155	Alumbrado	1.58	2.85	13.8	82.65	2.83	1.5	1.5
Circuito 156	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 157	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	50.7	2.83	1.5	1.5
Circuito 158	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 159	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	86.7	2.83	1.5	1.5
Circuito 160	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 161	Fuerza	11.44	11.44	19.32	31.89	4.83	2.5	1.5
Circuito 162	Fuerza	11.44	11.44	19.32	81.3	4.83	2.5	4
Circuito 163	Fuerza	11.44	11.44	19.32	78.22	4.83	2.5	4
Circuito 164	Alumbrado	0.68	1.23	13.8	41.15	2.34	1.5	1.5
Circuito 165	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 166	Alumbrado	0.76	1.37	13.8	26.23	2.34	1.5	1.5
Circuito 167	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 168	Alumbrado	0.91	1.64	13.8	48.87	2.34	1.5	1.5
Circuito 169	Alumbrado	0.61	1.10	13.8	41.9	2.34	1.5	1.5
Circuito 170	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 171	Alumbrado	0.61	1.10	13.8	36.87	2.34	1.5	1.5
Circuito 172	Alumbrado	0.61	1.10	13.8	54.87	2.34	1.5	1.5
Circuito 173	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 174	Alumbrado	0.91	1.64	13.8	57.49	2.34	1.5	1.5
Circuito 175	Alumbrado	0.61	1.10	13.8	50.17	2.34	1.5	1.5
Circuito 176	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 177	Fuerza	11.44	11.44	19.32	36.31	4.34	2.5	1.5
Circuito 178	Fuerza	11.44	11.44	19.32	41.27	4.34	2.5	2.5
Circuito 179	Fuerza	11.44	11.44	19.32	49.14	4.34	2.5	2.5
Circuito 180	Fuerza	7.64	9.55	19.32	15	4.34	2.5	1.5
Circuito 181	Fuerza	7.64	9.55	19.32	15	4.34	2.5	1.5
Circuito 901	Derivación	-	7.02	36.8	11.57	0.31	6	2.5
Circuito 902	Derivación	-	6.81	36.8	12.2	0.33	6	4
Circuito 903	Derivación	-	43.93	88.5	12.14	0.20	25	10



Circuito 904	Derivación	-	6.24	36.8	12.71	0.472	6	2.5
Circuito 905	Derivación	-	4.95	36.8	14.8	0.43	6	2.5
Circuito 906	Derivación	-	34.39	88.5	15.8	0.28	25	10
Circuito 907	Derivación	-	4.40	36.8	0.83	0.025	6	2.5
Circuito 908	Derivación	-	6.50	36.8	1.40	0.052	6	1.5
Circuito 909	Derivación	-	40.69	88.5	1.97	0.035	25	1.5
Circuito 910	Fuerza	67.92	67.92	88.55	2	4.685	25	1.5
Circuito 186	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	26.95	2.38	1.5	1.5
Circuito 187	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	16.51	2.38	1.5	1.5
Circuito 188	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	14.49	2.38	1.5	1.5
Circuito 189	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 190	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	22.89	2.38	1.5	1.5
Circuito 191	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	24.74	2.38	1.5	1.5
Circuito 192	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	26.57	2.38	1.5	1.5
Circuito 193	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 194	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	26.83	2.38	1.5	1.5
Circuito 195	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	32.57	2.38	1.5	1.5
Circuito 196	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	24.98	2.38	1.5	1.5
Circuito 197	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	30.72	2.38	1.5	1.5
Circuito 198	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	23.13	2.38	1.5	1.5
Circuito 199	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	28.87	2.38	1.5	1.5
Circuito 200	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 201	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	29.63	2.38	1.5	1.5
Circuito 202	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	31.48	2.38	1.5	1.5
Circuito 203	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	33.33	2.38	1.5	1.5
Circuito 204	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 205	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	44.61	2.37	1.5	1.5
Circuito 206	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	42.76	2.37	1.5	1.5
Circuito 207	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	40.91	2.37	1.5	1.5
Circuito 208	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 209	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	41.67	2.37	1.5	1.5
Circuito 210	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	43.52	2.37	1.5	1.5
Circuito 211	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	45.37	2.37	1.5	1.5
Circuito 212	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	47.02	2.37	1.5	1.5
Circuito 213	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	48.87	2.37	1.5	1.5
Circuito 214	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	50.72	2.37	1.5	1.5
Circuito 215	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 216	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	51.22	2.37	1.5	1.5
Circuito 217	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	56.57	2.37	1.5	1.5
Circuito 218	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	47.52	2.37	1.5	1.5
Circuito 219	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	52.87	2.37	1.5	1.5
Circuito 220	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	44.02	2.37	1.5	1.5
Circuito 221	Alumbrado	1.13	2.04	13.8	49.37	2.37	1.5	1.5
Circuito 222	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 223	Alumbrado	0.85	1.53	13.8	35.76	2.37	1.5	1.5



Circuito 224	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 225	Alumbrado	0.73	1.31	13.8	54.28	2.37	1.5	1.5
Circuito 226	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 227	Alumbrado	0.73	1.31	13.8	52.23	2.485	1.5	1.5
Circuito 228	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 229	Alumbrado	0.73	1.31	13.8	52.19	2.485	1.5	1.5
Circuito 230	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 231	Fuerza	11.44	11.44	19.32	27.74	4.485	2.5	1.5
Circuito 232	Fuerza	11.44	11.44	19.32	27.74	4.485	2.5	1.5
Circuito 233	Fuerza	11.44	11.44	19.32	32.8	4.485	2.5	1.5
Circuito 234	Fuerza	11.44	11.44	19.32	43.72	4.485	2.5	2.5
Circuito 235	Fuerza	11.44	11.44	19.32	45.99	4.485	2.5	2.5
Circuito 236	Fuerza	11.44	11.44	19.32	49.53	4.485	2.5	2.5
Circuito 237	Fuerza	11.44	11.44	19.32	20.76	4.485	2.5	1.5
Circuito 238	Fuerza	11.44	11.44	19.32	34.41	4.485	2.5	1.5
Circuito 239	Fuerza	11.44	11.44	19.32	26.51	4.485	2.5	1.5
Circuito 240	Fuerza	11.44	11.44	19.32	40.34	4.485	2.5	2.5
Circuito 241	Fuerza	11.44	11.44	19.32	46.08	4.485	2.5	2.5
Circuito 242	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	25.3	2.213	1.5	1.5
Circuito 243	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	22.53	2.213	1.5	1.5
Circuito 244	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	26.57	2.213	1.5	1.5
Circuito 245	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 246	Alumbrado	0.61	1.10	13.8	22.11	2.213	1.5	1.5
Circuito 247	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 248	Alumbrado	0.49	0.87	13.8	11.67	2.213	1.5	1.5
Circuito 249	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 250	Alumbrado	0.24	0.43	13.8	6.46	2.213	1.5	1.5
Circuito 251	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 252	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	16.49	2.213	1.5	1.5
Circuito 253	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 254	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	12.52	2.213	1.5	1.5
Circuito 255	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	12.76	2.213	1.5	1.5
Circuito 256	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 257	Alumbrado	1.58	2.84	13.8	25.33	2.213	1.5	1.5
Circuito 258	Alumbrado	1.58	2.84	13.8	23.2	2.213	1.5	1.5
Circuito 259	Alumbrado	1.58	2.84	13.8	23.2	2.213	1.5	1.5
Circuito 260	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 261	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	12.93	2.213	1.5	1.5
Circuito 262	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	16.14	2.213	1.5	1.5
Circuito 263	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	16.54	2.213	1.5	1.5
Circuito 264	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 265	Alumbrado	2.44	1.36	13.8	21.63	2.25	1.5	1.5
Circuito 266	Alumbrado	2.44	1.36	13.8	18.7	2.25	1.5	1.5
Circuito 267	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 268	Alumbrado	2.44	1.36	13.8	24.03	2.25	1.5	1.5



Circuito 269	Alumbrado	2.44	1.36	13.8	21.1	2.25	1.5	1.5
Circuito 270	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 271	Alumbrado	1.31	0.73	13.8	20.9	2.25	1.5	1.5
Circuito 272	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 273	Alumbrado	1.66	0.92	13.8	19.25	2.25	1.5	1.5
Circuito 274	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 275	Alumbrado	1.66	0.92	13.8	21.25	2.25	1.5	1.5
Circuito 276	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 277	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	19.63	2.25	1.5	1.5
Circuito 278	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	22.17	2.25	1.5	1.5
Circuito 279	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	22.17	2.25	1.5	1.5
Circuito 280	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 281	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	23.71	2.25	1.5	1.5
Circuito 282	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	26.25	2.25	1.5	1.5
Circuito 283	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	26.25	2.25	1.5	1.5
Circuito 284	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 285	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	26.98	2.405	1.5	1.5
Circuito 286	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	28.43	2.405	1.5	1.5
Circuito 287	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 288	Alumbrado	1.58	2.84	13.8	28.24	2.405	1.5	1.5
Circuito 289	Alumbrado	1.58	2.84	13.8	30.99	2.405	1.5	1.5
Circuito 290	Alumbrado	1.58	2.84	13.8	30.99	2.405	1.5	1.5
Circuito 291	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 292	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	32.68	2.405	1.5	1.5
Circuito 293	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	36.95	2.405	1.5	1.5
Circuito 294	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 295	Fuerza	11.44	11.44	19.32	15.71	4.405	2.5	1.5
Circuito 296	Fuerza	11.44	11.44	19.32	15.97	4.405	2.5	1.5
Circuito 297	Fuerza	11.44	11.44	19.32	20.17	4.405	2.5	1.5
Circuito 298	Fuerza	11.44	11.44	19.32	26.52	4.405	2.5	1.5
Circuito 299	Fuerza	11.44	11.44	19.32	30.61	4.405	2.5	1.5
Circuito 300	Fuerza	11.44	11.44	19.32	35.21	4.405	2.5	1.5
Circuito 301	Fuerza	11.44	11.44	19.32	35.52	4.405	2.5	1.5
Circuito 302	Fuerza	11.44	11.44	19.32	28.30	4.405	2.5	1.5
Circuito 303	Alumbrado	0.9	1.63	13.8	13.03	2.66	1.5	1.5
Circuito 304	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 305	Alumbrado	0.73	1.31	13.8	14.82	2.66	1.5	1.5
Circuito 306	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 307	Alumbrado	0.79	0.88	13.8	13.95	2.66	1.5	1.5
Circuito 308	Alumbrado	0.79	0.88	13.8	13.95	2.66	1.5	1.5
Circuito 309	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 310	Alumbrado	0.61	1.1	13.8	31.38	2.66	1.5	1.5
Circuito 311	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 312	Alumbrado	0.61	1.1	13.8	49.51	2.66	1.5	1.5
Circuito 313	Alumbrado	0.61	1.1	13.8	49.51	2.66	1.5	1.5



Circuito 314	Alumbrado	0.73	1.31	13.8	49.54	2.66	1.5	1.5
Circuito 315	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 316	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	13.2	2.66	1.5	1.5
Circuito 317	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	15.74	2.66	1.5	1.5
Circuito 318	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	13.41	2.66	1.5	1.5
Circuito 319	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	16.56	2.66	1.5	1.5
Circuito 320	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	13.23	2.66	1.5	1.5
Circuito 321	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	18.38	2.66	1.5	1.5
Circuito 322	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 323	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	15.32	2.633	1.5	1.5
Circuito 324	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	18.67	2.633	1.5	1.5
Circuito 325	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	14.14	2.633	1.5	1.5
Circuito 326	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	20.49	2.633	1.5	1.5
Circuito 327	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	15.96	2.633	1.5	1.5
Circuito 328	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	22.31	2.633	1.5	1.5
Circuito 329	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 330	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	18.07	2.633	1.5	1.5
Circuito 331	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	24.42	2.633	1.5	1.5
Circuito 332	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	19.89	2.633	1.5	1.5
Circuito 333	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	24.75	2.633	1.5	1.5
Circuito 334	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	21.71	2.633	1.5	1.5
Circuito 335	Alumbrado	1.13	2.03	13.8	28.06	2.633	1.5	1.5
Circuito 336	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 337	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	24.82	2.633	1.5	1.5
Circuito 338	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	26.64	2.633	1.5	1.5
Circuito 339	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	28.46	2.633	1.5	1.5
Circuito 340	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 341	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	33.23	2.65	1.5	1.5
Circuito 342	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	36.42	2.65	1.5	1.5
Circuito 343	Alumbrado	1.36	2.44	13.8	37.58	2.65	1.5	1.5
Circuito 344	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 345	Fuerza	11.44	11.44	19.32	16.3	4.65	2.5	1.5
Circuito 346	Fuerza	11.44	11.44	19.32	31.51	4.65	2.5	1.5
Circuito 347	Fuerza	11.44	11.44	19.32	37.58	4.65	2.5	1.5
Circuito 348	Fuerza	11.44	11.44	19.32	36.9	4.65	2.5	1.5
Circuito 349	Fuerza	11.44	11.44	19.32	35.56	4.65	2.5	1.5
Circuito 350	Fuerza	11.44	11.44	19.32	30.1	4.65	2.5	1.5
Circuito 351	Fuerza	11.44	11.44	19.32	20.13	4.65	2.5	1.5
Circuito 352	Fuerza	11.44	11.44	19.32	25.93	4.65	2.5	1.5
Circuito 353	Fuerza	11.44	11.44	19.32	31.73	4.65	2.5	1.5
Circuito 354	Fuerza	11.44	11.44	19.32	26.24	4.65	2.5	1.5

Circuito	Descripción	Ir(A)	Iadm (A)	L(m)	U (%)	Sección Por C. térmico (mm ²)	Sección por c.d.t (mm ²)
Circuito 01	Acometida	651.36	1262.25	35	1.5	3x240	120
Circuito 02	C.S.1	47.64	56.35	30.94	0.63	16	6
Circuito 03	C.S.2	93.51	107.07	92.02	1.28	50	16
Circuito 04	C.S.3	130.39	185.95	129.15	1.92	3x25	50
Circuito 05	C.S.4	161.31	231.84	94.76	1.25	3x35	35
Circuito 06	C.S.5	17.85	36.8	40.81	0.94	6	4
Circuito 07	C.S.6	32.97	50.6	7.09	0.20	10	2.5
Circuito 08	C.S.7	29.57	50.6	7.79	0.174	10	4
Circuito 09	C.S.8	27.64	50.6	29.55	0.66	10	4
Circuito 10	C.S.9	206.02	331.2	18.9	0.315	3x35	10

2.5. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

El cálculo de las intensidades de cortocircuito (protecciones) es posible que nos fuerce a cambiar alguna de las secciones de los cables debido a:

- La intensidad nominal normalizada de los interruptores.
- El tiempo máximo que el conductor aguanta la intensidad de cortocircuito es inferior que el marcado (0.1 segundos).
- La ITC-REBT-25 obliga a unas determinadas secciones e intensidades de los interruptores que conllevarán al cambio para cumplir todas las condiciones.

Para calcular las protecciones debemos calcular primero las impedancias de la red de media tensión, de la apartamentada, de las derivaciones, de los circuitos, del transformador...

Las formulas empleadas para obtener las impedancias son:

- a) Impedancia de la red de media tensión (jΩ)

$$Z_{RED(M.T)} = \frac{U_{M.T}^2}{S_{CC}} \quad Z_{RED(B.T)} = Z_{RED(M.T)} \left(\frac{U_{B.T}}{U_{M.T}} \right)^2$$

- b) Impedancia del transformador (jΩ)

$$Z_{TRAFO} = U_{CC} \frac{U_{B.T}^2}{S_n}$$

c) Impedancia de la aparamenta ($j\Omega$)

$$Z_{APARAMENTA} = n^{\circ} \cdot 0,00015$$

d) Impedancia de los conductores en baja tensión (Acometida, Derivaciones, Circuitos...) (Ω)

$$Z_{CONDUCTORES} = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Aclaraciones:

$Z_{RED(M.T)}$: Impedancia de la red de media tensión

$Z_{RED(B.T)}$: Impedancia de la red de media tensión referida a baja tensión

Z_{TRAF0} : Impedancia del transformador

S_{CC} : Potencia de cortocircuito, la da la compañía eléctrica (400KVA)

$Z_{APARAMENTA}$: Impedancia de la aparamenta que se encuentra en la instalación

S_n : Potencia del transformador en KVA

$U_{M.T}$: Tensión de la red de media tensión 13.2 KV

n° : Numero de elementos que componen la aparamenta

ρ : Resistividad del conductor

L : Longitud de los conductores

S : Sección de los conductores

U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador que viene dada por la tabla:

Sn (KVA)	<630	800	1000	>1000
Ucc (%)	4	4.5	5	6

Calculo de la Iccmax, Iccmin, PdC, Curva:

- Calculo de la Iccmax, PdC

Calculamos la intensidad de cortocircuito máxima para el punto en el que nos encontramos y puede ser calculada con tres fórmulas:

Cortocircuito trifásico	$I_{cc \max} = \frac{c \cdot Un}{\sqrt{3} \cdot Z_d }$
Cortocircuito bifásico	$I_{cc \max} = \frac{c \cdot Un}{2 \cdot Z_d }$
Cortocircuito Fase- Tierra	$I_{cc \max} = \frac{c \cdot Un \cdot \sqrt{3}}{ 2 \cdot Z_d + Z_o }$



Donde:

Z_d : Es la impedancia directa

Z_o : Es la impedancia homopolar

c: Pertenece a esta tabla

	Iccmax	Iccmin
230/400 V	1	0.95
Otras tensiones	1.05	1

$$|Z_d| = \sqrt{\left(\sum Z_{\text{Conductores}}\right)^2 \cdot \left(Z_{\text{RED(B.T)}} + Z_{\text{TRAFO}} + Z_{\text{APARAMENTA}}\right)^2}$$

$$|Z_o| = \sqrt{\left(\sum Z_{\text{Conductores}(o)}\right)^2 \cdot \left(Z_{\text{RED(B.T)}(o)} + Z_{\text{TRAFO}(o)} + Z_{\text{APARAMENTA}(o)}\right)^2}$$

Para calcular la homopolar es necesario conocer las impedancias de los conductores a la temperatura de cortocircuito y las componentes homopolares:

$$Z_{\text{Conductores}}(T = \text{cortocircuito}) = Z_{\text{Conductor}(20^\circ\text{C})} \cdot [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-3}$$

$$T(\text{XLPE})=250$$

$$T(\text{PVC})=160$$

$$Z_{\text{RED(B.T)}(o)} = 0$$

$$Z_{\text{TRAFO}(o)} = Z_{\text{TRAFO}}$$

$$Z_{\text{APARAMENTA}(o)} = 3 * Z_{\text{APARAMENTA}}$$

$$Z_{\text{Conductores}(o)} = 3 * Z_{\text{Conductores}}(T = \text{cortocircuito})$$

$$Z_{\text{Conductores}}(T = \text{cortocircuito}) = Z_{\text{Conductor}(20^\circ\text{C})} \cdot [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$\text{PdC} = \text{Iccmax}$$

- Calculo de la Iccmin, Curva

Iccmin, Corriente de cortocircuito mínima, suele ser el cortocircuito fase- tierra

$$I_{cc \min} = \frac{c \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_d + Z_o|}$$

La elección de curva debe cumplir los siguientes requisitos:



Curva B	Curva C	Curva D
$I_{cc \min} \geq 5I_n$	$I_{cc \min} \geq 10I_n$	$I_{cc \min} \geq 20I_n$

Para determinar que la sección elegida es la correcta:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot s^2}{I_{cc \min}^2} > 0.1 \text{seg}$$

Realizamos los siguientes cálculos:

$$Z_{RED(M.T)} = \frac{U_{M.T}^2}{S_{CC}} = \frac{13200^2}{400000000} = 0.4356 \text{ j}\Omega$$

$$Z_{RED(B.T)} = Z_{RED(M.T)} \left(\frac{U_{B.T}}{U_{M.T}} \right)^2 = 0.4356 \left(\frac{400}{13200} \right)^2 = 0.004 \text{ j}\Omega$$

$$Z_{TRAFO} = U_{CC} \frac{U_{B.T}^2}{S_n} = 0.045 \frac{400^2}{800000} = 0.009 \text{ j}\Omega$$

$$Z_{APARAMENTA} = n^0 \cdot 0,00015 = 1 \cdot 0.00015 = 0.00015 \text{ j}\Omega$$

$$Z_{Acometida} = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0.018 \cdot \frac{35}{3 \cdot 240} = 0.000875 \Omega$$

2.5.1. Método de calculo

Vamos a calcular el magnetotermico que protege al cuadro secundario 3 en el cuadro general. Este elemento va a proteger frente a sobrecarga y cortocircuito por lo que debemos calcular el poder de corte, el calibre y su curva.

$$Z_{APARAMENTA} = n^0 \cdot 0,00015 = 3 \cdot 0.00015 = 0.00045 \text{ j}\Omega$$

$$|Z_d| = \sqrt{\left(\sum Z_{Conductores} \right)^2 \cdot \left(Z_{RED(B.T)} + Z_{TRAFO} + Z_{APARAMENTA} \right)^2}$$

$$|Z_d| = \sqrt{\left(8,75 \cdot 10^{-4} \right)^2 \cdot \left(9,7 \cdot 10^{-3} \right)^2} = 9,74 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{cc \max} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_d|} = \frac{1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 9,74 \cdot 10^{-3}} = 23,71 \text{KA}$$

El poder de corte de este magnetotermico sera de 25KA



Para calcular el calibre:

$$I_{reglamentaria} < I_n < I_{admisibile} \quad 130.39 < I_n < 185.95$$

Vamos a coger un interruptor automático magnetotérmico de intensidad nominal 160 A

Calculamos la curva del magnetotérmico:

$$Z_{LINEACS3} = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0.018 \cdot \frac{129.21}{3 \cdot 25} = 0.03101 \Omega$$

Para este cálculo, debemos hallar las impedancias de las líneas a temperatura de cortocircuito:

$$Z_{Acometida}(T = 250) = Z_{Conductor(20^\circ C)} \cdot [1 + \alpha(T - 20)] = 8.75 \cdot 10^{-4} \cdot [1 + 4 \cdot 10^{-3}(250 - 20)] = 1.68 \cdot 10^{-3}$$

$$Z_{LINEACS3}(T = 160) = Z_{Conductor(20^\circ C)} \cdot [1 + \alpha(T - 20)] = 0.03101 \cdot [1 + 4 \cdot 10^{-3}(160 - 20)] = 0.04837$$

$$Z_{TRAFO(o)} = 0.009j$$

$$Z_{APARAMENTA(o)} = 0.0009j$$

$$Z_{ACOMETIDA(o)} = 5.04 \cdot 10^{-3}$$

$$Z_{LINEACS3(o)} = 0.145$$

$$|2 \cdot Z_d + Z_o| = 0.2635$$

$$I_{cc \min} = \frac{c \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_d + Z_o|} = \frac{0.95 \cdot 400 \cdot \sqrt{3}}{0.2635} = 2.497 \text{ KA}$$

Curva B $\rightarrow 2497 > 5 \cdot I_n \rightarrow 2497 > 800 \rightarrow$ Cumple

Curva C $\rightarrow 2497 > 10 \cdot I_n \rightarrow 2497 > 1600 \rightarrow$ Cumple

Curva D $\rightarrow 2497 > 20 \cdot I_n \rightarrow 2497 > 3200 \rightarrow$ No Cumple

La curva elegida para el magnetotermico sera la Curva C

Comprobamos que el tiempo que soporta el conductor la intensidad de cortocircuito es válido:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot s^2}{I_{cc \min}^2} = \frac{13225 \cdot (3 \cdot 25)^2}{2497^2} = 11.92 > 0.1 \text{ seg} \rightarrow \text{Conductor Valido}$$



2.5.2. Tablas resumen de las protecciones

circuito	L (m)	S (mm ²)	V(v)	$ Z_d $ (mΩ)	$ 2Z_d + Z_o $ (Ω)	I _{cc} max (kA)	PdC (kA)	I _{cc} min (kA)	t _{micc} (seg)	I _n (A)	Curva
Circuito 01	35	3x240	400	9.59	0.02976	24.081	25	22.12	21.67	700	C
Circuito 02	30.94	16	400	9.74	0.2814	23.71	25	2.34	0.618	50	C
Circuito 03	92.02	50	400	9.74	0.2735	23.71	25	2.40	5.74	100	C
Circuito 04	129.1	3x25	400	9.74	0.2635	23.71	25	2.497	11.92	160	C
Circuito 05	94.76	3x35	400	9.74	0.1951	23.71	25	3.373	12.81	200	C
Circuito 06	40.81	6	400	9.74	0.6905	23.71	25	0.953	0.52	20	C
Circuito 07	7.09	16	400	9.74	0.1569	23.71	25	4.194	0.19	40	C
Circuito 08	7.79	10	400	9.74	0.1848	23.71	25	3.561	0.104	32	C
Circuito 09	29.55	10	400	9.74	0.3670	23.71	25	1.793	0.41	32	C
Circuito 10	18.9	3x35	400	9.74	0.1236	23.71	25	5.325	5.14	250	C
Circuito 11	55.53	4	230	37	1.409	3.108	10	0.467	0.97	10	B
Circuito 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 13	50.66	2.5	230	37	1.946	3.108	10	0.338	0.72	10	B
Circuito 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 15	46.3	2.5	230	37	1.799	3.108	10	0.365	0.617	10	B
Circuito 16	105.7	2.5	400	37	3.804	6.241	10	0.173	2.76	16	C
Circuito 17	105.7	2.5	400	37	3.804	6.241	10	0.173	2.76	16	C
Circuito 18	91.69	1.5	400	37	5.143	6.241	10	0.127	1.81	16	C
Circuito 19	91.69	1.5	400	37	5.143	6.241	10	0.127	1.81	16	C
Circuito 20	42.89	1.5	400	37	2.648	6.241	10	0.248	0.48	16	C
Circuito 21	33.89	1.5	400	37	2.142	6.241	10	0.307	0.31	16	C
Circuito 22	51.33	4	230	37	1.320	3.108	10	0.498	0.58	10	B
Circuito 23	45.35	4	230	37	1.194	3.108	10	0.551	0.69	10	B
Circuito 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 25	39.4	2.5	230	37	1.567	3.108	10	0.420	0.47	10	B
Circuito 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 27	58.93	4	230	37	1.480	3.108	10	0.444	1.06	16	C
Circuito 28	58.93	4	230	37	1.480	3.108	10	0.444	1.06	16	C
Circuito 29	58.93	4	230	37	1.480	3.108	10	0.444	1.06	16	C
Circuito 30	58.93	2.5	400	37	2.225	6.241	10	0.296	0.94	16	C
Circuito 31	69.23	6	230	35.4	1.20	3.248	10	0.548	1.58	10	B
Circuito 32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 33	65.04	6	230	35.4	1.1415	3.248	10	0.576	1.43	10	B
Circuito 34	60.85	6	230	35.4	1.082	3.248	10	0.608	1.28	10	B
Circuito 35	83.2	2.5	400	35.4	2.876	6.523	10	0.228	1.57	16	C
Circuito 36	83.2	1.5	400	35.4	4.9	6.523	10	0.134	1.65	16	C
Circuito 37	56.66	6	230	35.4	1.023	3.248	10	0.642	1.15	10	B
Circuito 38	52.47	6	230	35.4	0.965	3.248	10	0.682	1.02	10	B
Circuito 39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 40	48.28	4	230	35.4	1.245	3.248	10	0.528	0.76	10	B
Circuito 41	83.2	1.5	400	35.4	4.9	6.523	10	0.134	1.65	10	C
Circuito 42	83.2	1.5	400	35.4	4.9	6.523	10	0.134	1.65	10	C



Circuito 43	44.09	4	230	35.4	1.157	3.248	10	0.568	0.65	10	B
Circuito 44	39.9	4	230	35.4	1.068	3.248	10	0.616	0.55	10	B
Circuito 45	35.71	4	230	35.4	0.980	3.248	10	671.6	0.47	10	B
Circuito 46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 47	83.2	1.5	400	35.4	4.9	6.523	10	0.134	1.65	16	C
Circuito 48	83.2	1.5	400	35.4	4.9	6.523	10	0.134	1.65	16	C
Circuito 49	36.22	4	230	35.4	0.9912	3.248	10	0.664	0.119	10	B
Circuito 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 51	40.41	4	230	35.4	1.079	3.248	10	0.609	0.56	10	B
Circuito 52	44.6	4	230	35.4	1.167	3.248	10	0.563	0.66	10	B
Circuito 53	68.11	2.5	400	35.4	2.523	6.523	10	0.260	1.21	16	C
Circuito 54	68.11	4	230	35.4	1.662	3.248	10	0.396	1.35	16	C
Circuito 55	48.79	4	230	35.4	1.256	3.248	10	0.524	0.77	10	B
Circuito 56	52.98	6	230	35.4	0.972	3.248	10	0.676	1.04	10	B
Circuito 57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 58	57.17	6	230	35.4	1.03	3.248	10	0.638	1.17	10	B
Circuito 59	62.85	2.5	400	35.4	2.346	6.523	10	0.280	1.05	16	C
Circuito 60	62.85	4	230	35.4	1.55	3.248	10	0.424	1.17	16	B
Circuito 61	61.36	6	230	35.4	1.089	3.248	10	0.604	1.30	10	B
Circuito 62	65.55	6	230	35.4	1.148	3.248	10	0.573	1.45	10	B
Circuito 63	69.74	6	230	35.4	1.207	3.248	10	0.545	1.60	10	B
Circuito 64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 65	55.77	2.5	400	35.4	2.107	6.523	10	0.317	0.81	16	C
Circuito 66	55.77	4	230	35.4	1.402	3.248	10	0.469	0.96	16	B
Circuito 67	11.21	6	400	33.4	0.3725	6.914	10	1.766	0.15	20	C
Circuito 68	8.77	35	400	33.4	0.2370	6.914	10	2.77	2.10	100	C
Circuito 69	7.33	6	400	33.4	0.3183	6.914	10	2.07	0.11	25	C
Circuito 70	38.93	2.5	400	33.4	1.526	6.914	10	0.431	0.44	16	C
Circuito 71	2.24	10	400	33.4	0.220	6.914	10	2.99	0.14	25	C
Circuito 72	40.32	4	230	33.4	1.063	3.443	10	0.619	0.55	10	B
Circuito 73	40.32	4	230	33.4	1.063	3.443	10	0.619	0.55	10	B
Circuito 74	30.72	4	230	33.4	0.8613	3.443	10	0.764	0.36	10	B
Circuito 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 76	38.93	1.5	400	33.4	2.40	6.914	10	0.274	0.35	10	C
Circuito 77	33.56	2.5	400	33.4	1.4123	6.914	10	0.466	0.38	16	C
Circuito 78	10.5	10	400	34.03	0.326	6.786	10	2.018	0.32	6	C
Circuito 79	14.82	4	400	34.03	0.5414	6.786	10	1.215	0.14	6	C
Circuito 80	22.8	1.5	400	34.03	1.5018	6.786	10	0.438	0.15	10	C
Circuito 81	8.10	10	400	37.89	0.5483	6.095	10	1.200	0.91	20	C
Circuito 82	12.71	4	400	37.89	0.5127	6.095	10	1.283	0.12	6	C
Circuito 83	24.61	1.5	400	37.89	1.6264	6.095	10	0.404	0.18	6	C
Circuito 84	26.61	25	400	37.89	0.3353	6.095	10	1.962	2.14	40	C
Circuito 85	35.61	1.5	400	37.89	2.2441	6.095	10	0.293	0.34	6	C
Circuito 86	39.61	10	400	37.89	0.5786	6.095	10	1.137	1.02	20	C
Circuito 87	42.31	1.5	400	37.89	2.6203	6.095	10	0.251	0.47	6	C



Circuito 88	47.31	1.5	400	37.89	2.9011	6.095	10	0.226	0.57	6	C
Circuito 89	11	6	400	54.89	0.5162	4.207	10	1.275	0.29	16	C
Circuito 90	23.56	1.5	400	54.89	1.6841	4.207	10	0.390	0.19	6	C
Circuito 91	30.98	1.5	400	54.89	2.10	4.207	10	0.313	0.30	6	C
Circuito 92	38.98	1.5	400	54.89	2.550	4.207	10	0.258	0.44	6	C
Circuito 93	46.98	1.5	400	54.89	2.999	4.207	10	0.219	0.61	6	C
Circuito 401	6.60	16	400	19.86	0.1530	11.628	22	4.30	0.18	25	C
Circuito 402	8.97	10	400	19.86	0.1931	11.628	22	3.408	0.11	16	C
Circuito 403	7.97	10	400	19.86	0.1848	11.628	22	3.561	0.104	16	C
Circuito 404	4.92	16	400	19.86	0.1443	11.628	22	4.561	0.16	16	C
Circuito 405	15	35	400	19.86	0.1267	11.628	22	5.19	0.60	125	C
Circuito 96	22.10	1.5	230	123.7	2.0659	0.929	10	0.318	0.29	10	B
Circuito 97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 98	21.30	1.5	230	123.7	2.021	0.929	10	0.325	0.28	10	B
Circuito 99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 100	22.58	1.5	230	123.7	2.092	0.929	10	0.314	0.30	10	B
Circuito 101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 102	26.37	1.5	230	123.7	2.305	0.929	10	0.285	0.36	10	B
Circuito 103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 104	15.8	1.5	230	123.7	1.7121	0.929	10	0.384	0.20	10	B
Circuito 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 106	24.87	1.5	230	123.7	2.2214	0.929	10	0.296	0.33	10	B
Circuito 107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 108	21.8	1.5	230	123.7	2.049	0.929	10	0.321	0.28	10	B
Circuito 109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 110	20.15	2.5	230	123.7	1.5038	0.929	10	0.437	0.43	16	C
Circuito 111	7.18	2.5	230	123.7	1.0669	0.929	10	0.616	0.21	16	C
Circuito 112	19.45	2.5	230	123.7	1.4802	0.929	10	0.444	0.41	16	C
Circuito 113	36.39	1.5	230	16.99	2.14	6.768	10	0.307	0.31	10	B
Circuito 114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 115	35.5	1.5	230	16.99	2.09	6.768	10	0.314	0.30	10	B
Circuito 116	23.75	1.5	230	16.99	1.43	6.768	10	0.46	0.14	10	B
Circuito 117	28.53	1.5	230	16.99	1.698	6.768	10	0.387	0.2	10	B
Circuito 118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 119	29.57	1.5	230	16.99	1.757	6.768	10	0.374	0.21	10	B
Circuito 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 121	23.91	1.5	230	16.99	1.439	6.768	10	0.457	0.14	10	B
Circuito 122	23.91	1.5	230	16.99	1.439	6.768	10	0.457	0.14	10	B
Circuito 123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 125	13.93	10	230	16.99	0.2158	6.768	10	3.50	0.14	10	B
Circuito 126	13.93	10	230	16.99	0.2158	6.768	10	3.50	0.14	10	B
Circuito 127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 128	20.13	1.5	230	16.99	1.227	6.768	10	0.536	0.101	10	B
Circuito 129	20.13	1.5	230	16.99	1.227	6.768	10	0.536	0.101	10	B
Circuito 130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Circuito 131	23.43	2.5	230	16.99	0.8862	6.768	10	0.742	0.15	16	C
Circuito 132	19.68	2.5	230	16.99	0.76	6.768	10	0.866	0.11	16	C
Circuito 133	25.43	2.5	230	16.99	0.920	6.768	10	0.715	0.16	16	C
Circuito 134	26.5	2.5	230	16.99	0.9896	6.768	10	0.665	0.19	16	C
Circuito 135	55.34	1.5	230	18.02	3.118	6.379	10	0.211	0.67	10	B
Circuito 136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 137	56.47	1.5	230	18.02	3.2713	6.379	10	0.201	0.74	10	B
Circuito 138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 139	49.94	1.5	230	18.02	2.90	6.379	10	0.227	0.58	10	B
Circuito 140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 141	11.71	10	230	18.02	0.20	6.379	10	3.290	0.12	10	B
Circuito 142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 143	20	2.5	400	18.02	0.77	12.811	22	0.854	0.11	16	C
Circuito 144	20	2.5	400	18.02	0.77	12.811	22	0.854	0.11	16	C
Circuito 145	35.28	1.5	230	18.02	2.08	6.379	10	0.316	0.3	10	B
Circuito 146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 147	38.23	1.5	230	18.02	2.247	6.379	10	0.292	0.35	10	B
Circuito 148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 149	42.24	1.5	230	18.02	2.47	6.379	10	0.266	0.42	10	B
Circuito 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 151	41.64	1.5	230	18.02	2.43	6.379	10	0.270	0.41	10	B
Circuito 152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 153	53.35	1.5	230	18.02	3.09	6.379	10	0.213	0.66	10	B
Circuito 154	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 155	82.65	1.5	230	18.02	4.74	6.379	10	0.139	1.54	10	B
Circuito 156	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 157	50.7	1.5	230	18.02	2.94	6.379	10	0.224	0.59	10	B
Circuito 158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 159	86.7	1.5	230	18.02	4.97	6.379	10	0.132	1.70	10	B
Circuito 160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 161	31.89	2.5	230	18.02	1.07	6.379	10	0.615	0.22	16	C
Circuito 162	81.3	4	230	18.02	2.77	6.379	10	0.237	3.75	16	C
Circuito 163	78.22	4	230	18.02	1.74	6.379	10	0.378	1.48	16	C
Circuito 164	41.15	1.5	230	55.00	2.67	2.090	10	0.246	0.49	10	B
Circuito 165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 166	26.23	1.5	230	55.00	1.84	2.090	10	0.357	0.23	10	B
Circuito 167	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 168	48.87	1.5	230	55.00	3.10	2.090	10	0.212	0.66	10	B
Circuito 169	41.9	1.5	230	55.00	2.71	2.090	10	0.242	0.5	10	B
Circuito 170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 171	36.87	1.5	230	55.00	2.433	2.090	10	0.270	0.41	10	B
Circuito 172	54.87	1.5	230	55.00	3.44	2.090	10	0.191	0.81	10	B
Circuito 173	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 174	57.49	1.5	230	55.00	3.59	2.090	10	0.183	0.89	10	B
Circuito 175	50.17	1.5	230	55.00	3.18	2.090	10	0.207	0.69	10	B
Circuito 176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Circuito 177	36.31	2.5	230	55.00	1.538	2.090	10	0.427	0.45	16	C
Circuito 178	41.27	2.5	230	55.00	1.753	2.090	10	0.375	0.59	16	C
Circuito 179	49.14	2.5	230	55.00	2.018	2.090	10	0.326	0.78	16	C
Circuito 180	15	2.5	400	55.00	0.868	4.198	10	0.758	0.14	16	C
Circuito 181	15	2.5	400	55.00	0.868	4.198	10	0.758	0.14	16	C
Circuito 901	11.57	25	400	10.95	0.0744	21.09	22	8.846	0.11	16	C
Circuito 902	12.2	25	400	10.95	0.0763	21.09	22	8.862	0.11	16	C
Circuito 903	12.14	70	400	10.95	0.053	21.09	22	12.41	0.42	50	C
Circuito 904	12.71	25	400	10.95	0.078	21.09	22	8.438	0.12	16	C
Circuito 905	14.8	25	400	10.95	0.084	21.09	22	7.835	0.135	16	C
Circuito 906	15.8	50	400	10.95	0.063449	21.09	22	10.33	0.307	40	C
Circuito 907	0.83	50	400	10.95	0.04396	21.09	22	14.97	0.14	16	C
Circuito 908	1.40	50	400	10.95	0.044	21.09	22	14.95	0.14	16	C
Circuito 909	1.97	50	400	10.95	0.0447	21.09	22	14.72	0.15	50	C
Circuito 910	2	50	400	10.95	0.0447	21.09	22	14.72	0.15	100	C
Circuito 186	26.95	1.5	230	16.34	1.5979	7.037	10	0.411	0.17	10	B
Circuito 187	16.51	6	230	16.34	0.3177	7.037	10	2.071	0.11	10	B
Circuito 188	14.49	10	230	16.34	0.20889	7.037	10	3.150	0.13	10	B
Circuito 189	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 190	22.89	1.5	230	16.34	1.37	7.037	10	0.480	0.12	10	B
Circuito 191	24.74	1.5	230	16.34	1.38	7.037	10	0.476	0.13	10	B
Circuito 192	26.57	1.5	230	16.34	1.57	7.037	10	0.419	0.16	10	B
Circuito 193	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 194	26.83	1.5	230	16.34	1.59	7.037	10	0.413	0.17	10	B
Circuito 195	32.57	1.5	230	16.34	1.91	7.037	10	0.344	0.25	10	B
Circuito 196	24.98	1.5	230	16.34	1.48	7.037	10	0.444	0.15	10	B
Circuito 197	30.72	1.5	230	16.34	1.809	7.037	10	0.363	0.22	10	B
Circuito 198	23.13	1.5	230	16.34	1.38	7.037	10	0.476	0.13	10	B
Circuito 199	28.87	1.5	230	16.34	1.70	7.037	10	0.387	0.19	10	B
Circuito 200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 201	29.63	1.5	230	16.34	1.7484	7.037	10	0.376	0.21	10	B
Circuito 202	31.48	1.5	230	16.34	1.852	7.037	10	0.355	0.23	10	B
Circuito 203	33.33	1.5	230	16.34	1.956	7.037	10	0.336	0.263	10	B
Circuito 204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 205	44.61	1.5	230	16.69	2.59	6.890	10	0.254	0.46	10	B
Circuito 206	42.76	1.5	230	16.69	2.48	6.890	10	0.256	0.42	10	B
Circuito 207	40.91	1.5	230	16.69	2.38	6.890	10	0.276	0.39	10	B
Circuito 208	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 209	41.67	1.5	230	16.69	2.43	6.890	10	0.270	0.41	10	B
Circuito 210	43.52	1.5	230	16.69	2.53	6.890	10	0.260	0.44	10	B
Circuito 211	45.37	1.5	230	16.69	2.63	6.890	10	0.250	0.48	10	B
Circuito 212	47.02	1.5	230	16.69	2.72	6.890	10	0.250	0.48	10	B
Circuito 213	48.87	1.5	230	16.69	2.83	6.890	10	0.232	0.56	10	B
Circuito 214	50.72	1.5	230	16.69	2.93	6.890	10	0.224	0.59	10	B
Circuito 215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Circuito 216	51.22	1.5	230	16.69	2.96	6.890	10	0.222	0.60	10	B
Circuito 217	56.57	1.5	230	16.69	3.26	6.890	10	0.201	0.73	10	B
Circuito 218	47.52	1.5	230	16.69	2.75	6.890	10	0.239	0.52	10	B
Circuito 219	52.87	1.5	230	16.69	3.05	6.890	10	0.215	0.64	10	B
Circuito 220	44.02	1.5	230	16.69	2.56	6.890	10	0.257	0.45	10	B
Circuito 221	49.37	1.5	230	16.69	2.85	6.890	10	0.230	0.56	10	B
Circuito 222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 223	35.76	1.5	230	16.69	2.09	6.890	10	0.314	0.30	10	B
Circuito 224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 225	54.28	1.5	230	12.83	3.09	8.963	10	0.213	0.66	10	B
Circuito 226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 227	52.23	1.5	230	12.83	2.98	8.963	10	0.220	0.61	10	B
Circuito 228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 229	52.19	1.5	230	12.83	2.98	8.963	10	0.220	0.61	10	B
Circuito 230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 231	27.74	2.5	230	12.83	0.984	8.963	10	0.668	0.18	16	C
Circuito 232	27.74	2.5	230	12.83	0.984	8.963	10	0.668	0.18	16	C
Circuito 233	32.8	2.5	230	12.83	1.1549	8.963	10	0.569	0.25	16	C
Circuito 234	43.72	2.5	230	12.83	1.52	8.963	10	0.443	0.44	16	C
Circuito 235	45.99	2.5	230	12.83	1.599	8.963	10	0.411	0.49	16	C
Circuito 236	49.53	2.5	230	12.83	1.718	8.963	10	0.383	0.56	16	C
Circuito 237	20.76	2.5	230	12.83	0.7495	8.963	10	0.878	0.11	16	C
Circuito 238	34.41	2.5	230	12.83	1.209	8.963	10	0.544	0.28	16	C
Circuito 239	26.51	2.5	230	12.83	0.9431	8.963	10	0.697	0.17	16	C
Circuito 240	40.34	2.5	230	12.83	1.408	8.963	10	0.467	0.38	16	C
Circuito 241	46.08	2.5	230	12.83	1.60	8.963	10	0.411	0.49	16	C
Circuito 242	25.3	1.5	230	16.98	1.35	6.772	10	0.487	0.13	10	B
Circuito 243	22.53	1.5	230	16.98	1.35	6.772	10	0.487	0.13	10	B
Circuito 244	26.57	1.5	230	16.98	1.35	6.772	10	0.487	0.13	10	B
Circuito 245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 246	22.11	1.5	230	16.98	1.35	6.772	10	0.487	0.13	10	B
Circuito 247	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 248	11.67	10	230	16.98	0.19	6.772	10	3.464	0.11	10	B
Circuito 249	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 250	6.46	16	230	16.98	0.128	6.772	10	5.142	0.128	10	B
Circuito 251	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 252	16.49	6	230	16.98	0.32289	6.772	10	2.038	0.115	10	B
Circuito 253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 254	12.52	10	230	16.98	0.1979	6.772	10	3.325	0.12	10	B
Circuito 255	12.76	10	230	16.98	0.1979	6.772	10	3.325	0.12	10	B
Circuito 256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 257	25.33	1.5	230	16.98	1.35	6.772	10	0.487	0.13	10	B
Circuito 258	23.2	1.5	230	16.98	1.35	6.772	10	0.487	0.13	10	B
Circuito 259	23.2	1.5	230	16.98	1.35	6.772	10	0.487	0.13	10	B
Circuito 260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 261	12.93	10	230	16.98	0.1979	6.772	10	3.325	0.12	10	B



Circuito 262	16.14	6	230	16.98	0.318	6.772	10	2.069	0.111	10	B
Circuito 263	16.54	6	230	16.98	0.3229	6.772	10	2.038	0.115	10	B
Circuito 264	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 265	21.63	1.5	230	18.18	1.29	6.325	10	0.510	0.11	10	B
Circuito 266	18.7	4	230	18.18	0.4743	6.325	10	1.387	0.11	10	B
Circuito 267	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 268	24.03	1.5	230	18.18	1.43	6.325	10	0.460	0.14	10	B
Circuito 269	21.1	1.5	230	18.18	1.265	6.325	10	0.520	0.11	10	B
Circuito 270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 271	20.9	1.5	230	18.18	1.2536	6.325	10	0.525	0.108	10	B
Circuito 272	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 273	19.25	2.5	230	18.18	0.7288	6.325	10	0.903	0.101	10	B
Circuito 274	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 275	21.25	1.5	230	18.18	1.26	6.325	10	0.520	0.11	10	B
Circuito 276	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 277	19.63	2.5	230	18.18	0.728	6.325	10	0.903	0.101	10	B
Circuito 278	22.17	1.5	230	18.18	1.32	6.325	10	0.498	0.12	10	B
Circuito 279	22.17	1.5	230	18.18	1.32	6.325	10	0.498	0.12	10	B
Circuito 280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 281	23.71	1.5	230	18.18	1.41	6.325	10	0.466	0.13	10	B
Circuito 282	26.25	1.5	230	18.18	1.55	6.325	10	0.424	0.16	10	B
Circuito 283	26.25	1.5	230	18.18	1.55	6.325	10	0.424	0.16	10	B
Circuito 284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 285	26.98	1.5	230	14.44	1.58	7.963	10	0.416	0.171	10	B
Circuito 286	28.43	1.5	230	14.44	1.66	7.963	10	0.396	0.18	10	B
Circuito 287	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 288	28.24	1.5	230	14.44	1.66	7.963	10	0.396	0.18	10	B
Circuito 289	30.99	1.5	230	14.44	1.74	7.963	10	0.378	0.20	10	B
Circuito 290	30.99	1.5	230	14.44	1.74	7.963	10	0.378	0.20	10	B
Circuito 291	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 292	32.68	1.5	230	14.44	1.90	7.963	10	0.346	0.24	10	B
Circuito 293	36.95	1.5	230	14.44	2.14	7.963	10	0.307	0.315	10	B
Circuito 294	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 295	15.71	2.5	230	14.44	0.724	7.963	10	0.909	0.101	16	C
Circuito 296	15.97	2.5	230	14.44	0.724	7.963	10	0.909	0.101	16	C
Circuito 297	20.17	2.5	230	14.44	0.746	7.963	10	0.882	0.101	16	C
Circuito 298	26.52	2.5	230	14.44	0.96	7.963	10	0.685	0.17	16	C
Circuito 299	30.61	2.5	230	14.44	1.09	7.963	10	0.600	0.22	16	C
Circuito 300	35.21	2.5	230	14.44	1.25	7.963	10	0.526	0.29	16	C
Circuito 301	35.52	2.5	230	14.44	1.25	7.963	10	0.526	0.29	16	C
Circuito 302	28.30	2.5	230	14.44	1.016	7.963	10	0.647	0.19	16	C
Circuito 303	13.03	1.5	230	12.48	0.97	9.207	10	0.680	0.11	10	B
Circuito 304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 305	14.82	1.5	230	12.48	1.03	9.207	10	0.639	0.11	10	B
Circuito 306	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 307	13.95	1.5	230	12.48	1.026	9.207	10	0.641	0.11	10	B



Circuito 308	13.95	1.5	230	12.48	1.026	9.207	10	0.641	0.11	10	B
Circuito 309	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 310	31.38	1.5	230	12.48	1.76	9.207	10	0.374	0.21	10	B
Circuito 311	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 312	49.51	1.5	230	12.48	2.78	9.207	10	0.236	0.53	10	B
Circuito 313	49.51	1.5	230	12.48	2.78	9.207	10	0.236	0.53	10	B
Circuito 314	49.54	1.5	230	12.48	2.78	9.207	10	0.236	0.53	10	B
Circuito 315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 316	13.2	1.5	230	12.48	0.9814	9.207	10	0.670	0.102	10	B
Circuito 317	15.74	1.5	230	12.48	1.153	9.207	10	0.570	0.14	10	B
Circuito 318	13.41	1.5	230	12.48	0.9814	9.207	10	0.670	0.102	10	B
Circuito 319	16.56	1.5	230	12.48	1.153	9.207	10	0.570	0.14	10	B
Circuito 320	13.23	1.5	230	12.48	0.9814	9.207	10	0.670	0.102	10	B
Circuito 321	18.38	1.5	230	12.48	1.153	9.207	10	0.570	0.14	10	B
Circuito 322	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 323	15.32	1.5	230	13.47	1.092	8.537	10	0.602	0.127	10	B
Circuito 324	18.67	1.5	230	13.47	1.32	8.537	10	0.498	0.18	10	B
Circuito 325	14.14	1.5	230	13.47	1.011	8.537	10	0.651	0.108	10	B
Circuito 326	20.49	1.5	230	13.47	1.45	8.537	10	0.453	0.223	10	B
Circuito 327	15.96	1.5	230	13.47	1.092	8.537	10	0.602	0.127	10	B
Circuito 328	22.31	1.5	230	13.47	1.57	8.537	10	0.419	0.262	10	B
Circuito 329	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 330	18.07	1.5	230	13.47	1.32	8.537	10	0.498	0.185	10	B
Circuito 331	24.42	1.5	230	13.47	1.72	8.537	10	0.382	0.314	10	B
Circuito 332	19.89	1.5	230	13.47	1.40	8.537	10	0.470	0.208	10	B
Circuito 333	24.75	1.5	230	13.47	1.74	8.537	10	0.378	0.322	10	B
Circuito 334	21.71	1.5	230	13.47	1.53	8.537	10	0.430	0.249	10	B
Circuito 335	28.06	1.5	230	13.47	1.93	8.537	10	0.314	0.396	10	B
Circuito 336	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 337	24.82	1.5	230	13.47	1.71	8.537	10	0.384	0.311	10	B
Circuito 338	26.64	1.5	230	13.47	1.71	8.537	10	0.384	0.311	10	B
Circuito 339	28.46	1.5	230	13.47	1.71	8.537	10	0.384	0.311	10	B
Circuito 340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 341	33.23	1.5	230	11.64	2.32	9.879	10	0.283	0.572	10	B
Circuito 342	36.42	1.5	230	11.64	2.32	9.879	10	0.283	0.572	10	B
Circuito 343	37.58	1.5	230	11.64	2.32	9.879	10	0.283	0.572	10	B
Circuito 344	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circuito 345	16.3	2.5	230	11.64	0.709	9.879	10	0.928	0.148	16	C
Circuito 346	31.51	2.5	230	11.64	1.33	9.879	10	0.494	0.52	16	C
Circuito 347	37.58	2.5	230	11.64	1.59	9.879	10	0.413	0.746	16	C
Circuito 348	36.9	2.5	230	11.64	1.56	9.879	10	0.421	0.718	16	C
Circuito 349	35.56	2.5	230	11.64	1.50	9.879	10	0.438	0.66	16	C
Circuito 350	30.1	2.5	230	11.64	1.27	9.879	10	0.518	0.47	16	C
Circuito 351	20.13	2.5	230	11.64	0.87	9.879	10	0.756	0.22	16	C
Circuito 352	25.93	2.5	230	11.64	1.07	9.879	10	0.598	0.35	16	C



Circuito 353	31.73	2.5	230	11.64	1.33	9.879	10	0.494	0.522	16	C
Circuito 354	26.24	2.5	230	11.64	1.10	9.879	10	0.598	0.35	16	C

NOTA: La sección mínima para conductores que corresponden a motores es de 2,5 mm². Las secciones empleadas en circuitos de emergencias son de 1,5 mm². Se han modificado secciones en algunos circuitos debido a que no cumplían que el tiempo sería superior a 0,1s.

2.5.3. Tabla resumen de las secciones

En la realización de los cálculos para las intensidades de cortocircuito se han tenido que aumentar algunas secciones, por lo que en la siguiente tabla se muestran las secciones corregidas. También se ponen las secciones correspondientes al neutro y a los cables de protección, y el tubo o bandeja.

Circuito	Sección Fase (mm ²)	Sección Neutro(mm ²)	Sección Cp (mm ²)	Φ Tubo (mm)	Bandeja (mm) (alto x ancho)
Circuito 02	16	16	16	32	-
Circuito 03	50	25	25	50	-
Circuito 04	3x25	50	50	90	-
Circuito 05	3x35	70	70	110	-
Circuito 06	6	6	6	25	-
Circuito 07	16	16	16	32	-
Circuito 08	10	10	10	32	-
Circuito 09	10	10	10	32	-
Circuito 10	3x35	3x16	3x16	125	-
Circuito 11	4	4	4	20	60x300
Circuito 12	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 13	2.5	2.5	2.5	16	60x300
Circuito 14	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 15	2.5	2.5	2.5	16	60x300
Circuito 16	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 17	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 18	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 19	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 20	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 21	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 22	4	4	4	20	60x300
Circuito 23	4	4	4	20	60x300
Circuito 24	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 25	2.5	2.5	2.5	16	60x300
Circuito 26	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 27	4	4	4	20	60x300

Circuito 28	4	4	4	20	60x300
Circuito 29	4	4	4	20	60x300
Circuito 30	2.5	2.5	2.5	20	60x300
Circuito 31	6	6	6	20	60x300
Circuito 32	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 33	6	6	6	20	60x300
Circuito 34	6	6	6	20	60x300
Circuito 35	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 36	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 37	6	6	6	20	60x300
Circuito 38	6	6	6	20	60x300
Circuito 39	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 40	4	4	4	20	60x300
Circuito 41	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 42	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 43	4	4	4	20	60x300
Circuito 44	4	4	4	20	60x300
Circuito 45	4	4	4	20	60x300
Circuito 46	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 47	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 48	2.5	-	2.5	20	60x300
Circuito 49	4	4	4	20	60x300
Circuito 50	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 51	4	4	4	20	60x300
Circuito 52	4	4	4	20	60x300
Circuito 53	2.5	2.5	2.5	20	60x300
Circuito 54	4	4	4	20	60x300
Circuito 55	4	4	4	20	60x300
Circuito 56	6	6	6	20	60x300
Circuito 57	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 58	6	6	6	20	60x300
Circuito 59	2.5	2.5	2.5	20	60x300
Circuito 60	4	4	4	20	60x300
Circuito 61	6	6	6	20	60x300
Circuito 62	6	6	6	20	60x300
Circuito 63	6	6	6	20	60x300
Circuito 64	1.5	1.5	1.5	16	60x300
Circuito 65	2.5	2.5	2.5	20	60x300
Circuito 66	4	4	4	20	60x300
Circuito 67	6	6	6	25	-
Circuito 68	35	16	16	50	-
Circuito 69	6	6	6	25	-
Circuito 70	2.5	2.5	2.5	20	60x100
Circuito 71	10	10	10	32	60x100
Circuito 72	4	4	4	20	60x100



Circuito 73	4	4	4	20	60x100
Circuito 74	4	4	4	20	60x100
Circuito 75	1.5	1.5	1.5	16	60x100
Circuito 76	2.5	-	2.5	16	60x100
Circuito 77	2.5	2.5	2.5	20	60x100
Circuito 78	10	-	10	63	-
Circuito 79	4	-	4	40	-
Circuito 80	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 81	10	-	10	63	-
Circuito 82	4	-	4	40	-
Circuito 83	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 84	25	-	25	90	-
Circuito 85	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 86	10	-	10	63	-
Circuito 87	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 88	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 89	6	-	6	50	-
Circuito 90	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 91	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 92	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 93	2.5	-	2.5	32	-
Circuito 401	16	-	16	32	-
Circuito 402	10	-	10	32	-
Circuito 403	10	-	10	32	-
Circuito 404	16	-	16	32	-
Circuito 405	35	-	16	40	-
Circuito 96	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 97	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 98	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 99	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 100	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 101	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 102	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 103	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 104	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 105	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 106	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 107	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 108	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 109	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 110	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 111	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 112	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 113	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 114	1.5	1.5	1.5	16	-



Circuito 115	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 116	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 117	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 118	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 119	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 120	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 121	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 122	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 123	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 124	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 125	10	10	10	32	-
Circuito 126	10	10	10	32	-
Circuito 127	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 128	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 129	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 130	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 131	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 132	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 133	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 134	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 135	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 136	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 137	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 138	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 139	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 140	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 141	10	10	10	25	-
Circuito 142	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 143	2.5	-	2.5	20	-
Circuito 144	2.5	-	2.5	20	-
Circuito 145	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 146	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 147	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 148	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 149	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 150	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 151	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 152	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 153	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 154	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 155	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 156	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 157	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 158	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 159	1.5	1.5	1.5	16	-



Circuito 160	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 161	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 162	4	4	4	20	-
Circuito 163	4	4	4	20	-
Circuito 164	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 165	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 166	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 167	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 168	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 169	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 170	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 171	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 172	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 173	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 174	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 175	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 176	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 177	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 178	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 179	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 180	2.5	-	2.5	20	-
Circuito 181	2.5	-	2.5	20	-
Circuito 901	25	25	16	50	-
Circuito 902	25	25	16	50	-
Circuito 903	70	35	35	63	-
Circuito 904	25	25	16	50	-
Circuito 905	25	25	16	50	-
Circuito 906	50	25	25	63	-
Circuito 907	50	25	25	63	-
Circuito 908	50	25	25	63	-
Circuito 909	50	25	25	63	-
Circuito 910	50	25	25	63	-
Circuito 186	1.5	1.5	1.5	40	-
Circuito 187	6	6	6	40	-
Circuito 188	10	10	10	40	-
Circuito 189	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 190	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 191	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 192	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 193	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 194	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 195	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 196	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 197	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 198	1.5	1.5	1.5	32	-



Circuito 199	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 200	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 201	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 202	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 203	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 204	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 205	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 206	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 207	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 208	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 209	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 210	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 211	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 212	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 213	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 214	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 215	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 216	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 217	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 218	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 219	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 220	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 221	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 222	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 223	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 224	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 225	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 226	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 227	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 228	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 229	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 230	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 231	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 232	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 233	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 234	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 235	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 236	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 237	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 238	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 239	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 240	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 241	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 242	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 243	1.5	1.5	1.5	32	-



Circuito 244	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 245	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 246	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 247	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 248	10	10	10	25	-
Circuito 249	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 250	16	16	16	32	-
Circuito 251	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 252	6	6	6	25	-
Circuito 253	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 254	10	10	10	40	-
Circuito 255	10	10	10	40	-
Circuito 256	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 257	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 258	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 259	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 260	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 261	10	10	10	50	-
Circuito 262	6	6	6	50	-
Circuito 263	6	6	6	50	-
Circuito 264	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 265	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 266	4	4	4	20	-
Circuito 267	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 268	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 269	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 270	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 271	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 272	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 273	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 274	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 275	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 276	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 277	2.5	2.5	2.5	32	-
Circuito 278	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 279	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 280	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 281	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 282	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 283	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 284	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 285	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 286	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 287	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 288	1.5	1.5	1.5	16	-



Circuito 289	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 290	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 291	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 292	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 293	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 294	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 295	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 296	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 297	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 298	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 299	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 300	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 301	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 302	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 303	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 304	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 305	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 306	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 307	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 308	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 309	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 310	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 311	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 312	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 313	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 314	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 315	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 316	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 317	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 318	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 319	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 320	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 321	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 322	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 323	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 324	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 325	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 326	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 327	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 328	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 329	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 330	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 331	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 332	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 333	1.5	1.5	1.5	32	-



Circuito 334	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 335	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 336	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 337	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 338	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 339	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 340	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 341	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 342	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 343	1.5	1.5	1.5	32	-
Circuito 344	1.5	1.5	1.5	16	-
Circuito 345	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 346	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 347	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 348	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 349	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 350	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 351	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 352	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 353	2.5	2.5	2.5	20	-
Circuito 354	2.5	2.5	2.5	20	-

Hay tubos por los que van más de un circuito, los cálculos anteriores se han realizado sabiendo el número de circuitos que coinciden por un mismo tubo, y dependiendo del número de circuitos utilizar un factor de corrección u otro.

A continuación se ponen los circuitos que van por un mismo tubo o bandeja:

-11, 13, 15, 27, 28, 29, 30, 21, 20

-16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30

-31, 33,34,35,36,37,38, 40,41,42,43,44,45, 47,48,49, 51,52,53,
54,55,56, 58,59,60,61,62,63,65,66

-72, 73, 74, 76, 70, 77

-113, 115

-116, 117

-125, 126

-128, 129

-147,149

-153, 155

-157,159

-168,169

-171,172

-174, 175

-186, 187, 188

-190, 191, 192

-194, 195

-196, 197

-198, 199

-201, 202, 203

-205, 206, 207

-209, 210

-211, 212

-213, 214

-216, 217

-218, 219

-220, 221

-242, 243, 244

-254, 255

-261, 262, 263

-265, 266

-268, 269

-277, 278, 279

-281, 282, 283

-285, 286

-292, 293

-312, 313, 314

-316, 317

-318, 319

-320, 321

-323, 324

-325, 326

-327, 328

-330, 331

-332, 333

-334, 335

-337, 338, 339

-341, 342, 343



2.6. Compensación de la reactiva

2.6.1. Dimensiones de la batería

La potencia prevista en la nave es de 441727 W, y aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0.9, obtenemos una potencia de 397554.3W

La potencia reactiva calculada en función de los receptores tras aplicar el coeficiente de simultaneidad será:

$$Q=215638.45\text{VAr}$$

Lo que queremos es obtener un factor de potencia cercano a 1, en nuestro caso hemos elegido 0.97. Con este factor de potencia, la potencia reactiva sera de:

$$Q' = S \cdot \text{sen}\varphi' = 452271.34 * 0.243 = 109901.93\text{VAr}$$

Por lo tanto la potencia reactiva a compensar es de:

$$Q_{\text{comp}} = Q - Q' = 215638.45 - 109901.93 = 105736.52\text{VAr}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor 105.763KVA. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 120KVA. Esta batería de condensadores BATERIA AUT.RECTIMAT 2 120Kvar 400V, se conectara al lado del cuadro general de baja tensión.

El equipo de compensación de esta gama consiste en una batería compuesta por tres condensadores (con 3 salidas), de tal manera que la segunda salida tiene el doble de potencia que la primera, y la tercera el doble que la segunda, por lo que se conectan a la red de la siguiente manera:

- a) Primera salida.
- b) Segunda salida.
- c) Primera y segunda salida.
- d) Tercera salida.
- e) Tercera y primera salida.
- f) Tercera y segunda salida.
- g) Tercera, segunda y primera salida.



2.6.2. Cálculo de unión del conductor de la batería

Aplicando la siguiente fórmula calcularemos la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{sen}\varphi$$

Siendo:

$\text{sen}\varphi = 1$ (el de la batería de condensadores)

$V = 400 \text{ V}$

$Q =$ potencia de la batería de condensadores (175 KVAr)

Sustituyendo y despejando queda:

$$I_c = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{sen}\varphi} = \frac{120000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 173.2 \text{ A}$$

El cable de conexión de la batería con el CGD tendrá una sección de 95 mm^2

2.6.3. Protección

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores.

$I_n = 173.2 \text{ A}$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al CGD.

$I_{cc} = 24.081 \text{ KA}$

Se elige un interruptor magnetotérmico con poder de corte de 25 kA e $I_n = 200 \text{ A}$

2.7. Cálculo del centro de transformación

2.7.1. Intensidad en alta tensión

En un sistema trifásico, la intensidad en el primario (I_p) viene determinada por:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 13.2} = 34.99 \text{ A}$$

Siendo:

$S =$ Potencia del transformador en KVA. (800 KVA).

$U =$ Tensión compuesta primaria en KV (13,2 KV)

$I_p =$ Intensidad primaria en amperios



2.7.2. Intensidad en baja tensión

En un sistema trifásico la intensidad en el secundario (I_s) viene determinada por la siguiente expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{Fe} - W_{Cu}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{800 - 0 - 0}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 1154.7 A$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en KVA. (800 KVA)

W_{Cu} = Pérdidas en el cobre del transformador

W_{Fe} = Pérdidas en el hierro del transformador

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios (400V)

I_s = Intensidad secundaria en amperios

2.7.3. Cortocircuitos

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 400 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora (Iberdrola).

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito se utilizarán las expresiones:

-Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_p = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 13.2} = 17.49 kA$$

Siendo:

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red en MVA (400 MVA)

U = tensión primaria en KV (13,2 KV)

I_{cp} = intensidad de cortocircuito primaria en KA

-Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 0.045 \cdot 400} = 25.66 kA$$

Siendo:

S = potencia del transformador en KVA (800 KVA).

U_{cc} = tensión porcentual de cortocircuito del transformador (4,5 %).

U_s = tensión secundaria en carga en voltios



Iccs = intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión en KA.

2.7.4. Dimensionamiento del embarrado

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termo-retractil. Consta de 3 barras de tubo de cobre rectas y aisladas de 375 mm de longitud, diámetro exterior 24 mm y un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm^2 .

Las barras se fijan a las conexiones existentes en la parte superior del cárter de aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador de SF6). La fijación de las barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 750 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Se debe asegurar que el límite térmico sea superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal = 400A
- Límite térmico = 24 KA eficaces
- Límite termodinámico = 60 KA cresta

2.7.4.1. COMPROBACION POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

El juego de barras de las celdas SM6 está formado por 3 barras de tubo de cobre rectas y aisladas de diámetro exterior de 24 mm y un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm^2

La densidad de corriente será:

$$\delta = \frac{400}{198} = 2.02 \text{ A} / \text{mm}^2$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C , la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20mm y de 818 A para diámetro 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de $3,42 \text{ A} / \text{mm}^2$ y $2,99 \text{ A} / \text{mm}^2$ respectivamente. Iterando obtiene una densidad



máxima admisible de $3,29 \text{ A/mm}^2$ para el diámetro de 24 mm, valor superior al calculado ($2,02 \text{ A/mm}^2$) para un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.

2.7.4.2.COMPROBACION POR SOLICITACION ELECTRODINAMICA

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objetivo verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.

Para el cálculo se considera un cortocircuito trifásico de 24 KA eficaces y 60 KA cresta. El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$F = 13.85 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{cc}^2}{d} \cdot L \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{l^2}} - \frac{d}{l} \right)$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en Newton

f = Coeficiente en función de $\cos \varphi$, siendo $f=1$ para $\cos \varphi=0$

I_{cc} = Intensidad máxima de cortocircuito en amperios, 24000

D = Separación entre fases en milímetros, 200 mm.

L = Longitud de los tramos del embarrado en milímetros, 375mm

Se obtiene una fuerza de 897.48 N, que está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{9.81 \cdot L} = \frac{897.48}{9.81 \cdot 375} = 0.244 \text{ kg/mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida. El momento flector máximo se producirá en los extremos, siendo:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L}{12} = \frac{0.244 \cdot 375^2}{12} = 2859.38 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 280 kg.m. El par máximo calculado es inferior al de apriete, por lo que los tornillos están bien dimensionados.

El embarrado tiene un diámetro exterior $D = 24 \text{ mm}$ y un diámetro interior $d = 18 \text{ mm}$, el módulo resistente de la barra será:



$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \left(\frac{D^4 \cdot d^4}{D} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = 3.08 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío se tiene que $r = 19 \text{ Kg/mm}^2$, superior al calculado.

2.7.4.3. COMPROBACION POR SOLICITACION TERMICA A CORTOCIRCUITO

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aplicación de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con la CEI 298 de 1981 por la expresión:

$$S = \frac{I}{13} \cdot \sqrt{\frac{t}{\Delta\Phi}}$$

Siendo:

S = Sección de la barra de cobre en mm^2 , 198 mm^2

I = Intensidad eficaz en amperios

t = Tiempo de duración del cortocircuito en segundos

$\Delta\theta = 180^\circ\text{C}$ para conductores inicialmente a temperatura ambiente

Suponiendo que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la corriente nominal, se tendría una temperatura aproximadamente de 30°C superior a la temperatura ambiente, por lo que $\Delta\theta = 150^\circ\text{C}$. Para una corriente de 24 KA:

$$t = \Delta\Phi \cdot \left(\frac{s \cdot a}{I} \right)^2 = 150 \cdot \left(\frac{198 \cdot 13}{2400} \right)^2 = 1.72 \text{ s}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 24 KA eficaces durante más de un segundo.



2.7.5. Otras instalaciones del centro

2.7.5.1.LAMPARAS Y LUMNARIAS

Debido a las reducidas dimensiones del CT, se ha decidido colocar dos puntos de luz. Las lámparas son fluorescentes de la marca Philips, modelo:

MASTER TL-Dsuper 80 36W/830 G13

- Tipo de local: centro de transformación
- Área del local: $9,4 \text{ m}^2$
- Solución: 2 fluorescentes MASTER TL-D súper 80 36W/830 G13.
- Potencia: 72 W

2.7.5.2.LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION

- Tipo de local: centro de transformación
- Área del local: $9,4 \text{ m}^2$
- Proporción: 5 lúmenes / m^2
- Solución: 1 lámpara de emergencia y señalización de LEGRAND Referencia: B65 61561
- Lúmenes proporcionados: 90
- Potencia: 6 W

2.7.5.3.CUADRO DE BAJA TENSION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

Línea	Descripción	P(w)	V(v)	Cos ϕ	I (A)	Factor de corrección	Ic (A)	Fase
T.I	Iluminación del centro	72	230	0.1	0.35	1.8	0.63	Monofasico
T.I.E	Iluminación de emergencia y señalización	6	230	0.9	0.03	1	0.03	Monofasico
T.T	Toma de corriente monofásica	3680	230	1	16	1	16	Monofasico
Total		3758					16.66	

2.7.5.4.DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES DEL CUADRO DE BAJA TENSION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION



Línea	Ic (A)	Canalización	S(mm2)	L(m)	e(V)	e(%)
T.I	0.63	Tubo de PVC	2x1.5+1.5T	5	0.22	0.06
T.I.E	0.03	Tubo de PVC	2x1.5+1.5T	6	0.29	0.07
T.T	16	Tubo de PVC	2x2.5+2.5T	4	1.40	0.35

2.7.6. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación

El objeto de la ventilación en los centros de transformación es evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga).

El caudal de aire es función de las pérdidas de potencia del transformador y de la diferencia de temperaturas de entrada y salida de aire (15°C como máximo según proyecto tipo UNESA). Considerando que 1m³ de aire por segundo absorbe 1,16Kw por cada grado centígrado, el caudal de aire necesario será:

$$Q = \frac{P_p}{1.16 \cdot \Delta\Phi_{aire}} = \frac{2 + 8.2}{1.16 \cdot 15} = 0.586 m^3 / s$$

Siendo:

Q = Caudal de aire en m³/s

P_p = Pérdida de potencia del transformador a plena carga, pérdidas en el hierro más pérdidas en el cobre en KW.

Δθ_{aire} = Incremento de la temperatura del aire en °C.

La superficie de la rejilla de entrada de aire es función del caudal en m³/s y de la velocidad de salida del aire en m/s.

$$S_{rejilla} = \frac{Q}{V_s}$$

La superficie total de la rejilla será superior a la superficie neta debido a que las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos según MIE RAT 13, disminuyen el paso del aire; por lo que la superficie total mínima de la rejilla se aumentará como mínimo un 40%.

La ventilación de salida del aire es función de la distancia vertical en metros entre los centros de las dos rejillas, y del incremento de la temperatura del aire en °C.

$$V_s = 4.6 \cdot \frac{\sqrt{H}}{\Delta\Phi_{aire}} = 4.6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{15} = 0.434 m/s$$



Por tanto, la superficie mínima de rejilla para entrada de aire será:

$$S_{rejilla} = 1.4 \cdot \frac{Q}{V_s} = 1.4 \cdot \frac{0.586}{0.434} = 1.89 m^2$$

La superficie de rejilla para la salida del aire caliente debe ser mayor que la superficie de la rejilla para la entrada de aire, admitiéndose la relación:

$$S_{entrada} = 0.92 \cdot S_{salida}$$

Por tanto la superficie mínima de la rejilla de salida es: $S_{salida} = 2.06 m^2$

El edificio dispondrá de 1 rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral izquierda inferior (detrás del transformador), de dimensiones 2200/900mm y superficie total de $1.98 m^2$ que es ligeramente superior a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte lateral derecha superior, 2m por encima de la anterior de dimensiones 2200/1000 mm, con superficie de $2.2 m^2$. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia media verticalmente entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

Por otra parte, decir que el precio de dichas rejillas así como su colocación y suministro, viene incluido en el precio del prefabricado.

2.7.7. Dimensionado del pozo apagafuegos

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de aceite refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciado total. Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros, no habrá ninguna delimitación en ese sentido ya que entrará toda la totalidad del aceite, 540 litros, que está incorporado en el transformador.

2.7.8. Cálculo de la instalación de puesta a tierra

Hay que distinguir entre la tierra de protección y la de servicio. Deberán estar separadas para evitar que se transfieran tensiones peligrosas, tal y como se calcula posteriormente.

Datos de partida:

- Según la investigación previa del terreno donde se instalará este centro de transformación, se determina una resistividad media superficial de $500 \Omega m$
- Tensión de red = 13,2 KV.
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 24 KV.
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las E.S.E.: $I_d = 400 A$.

Características del centro de transformación:

- La caseta tiene 4460 mm de largo, 2380 mm de ancho y 3045 mm de alto
- Resistividad de terreno: $\rho=500 \Omega\text{m}$
- Resistividad del hormigón: $\rho\text{H}=3000 \Omega\text{m}$

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

La intensidad máxima de defecto a tierra es 400 amperios y el tiempo de eliminación del defecto es inferior a 0,45 segundos (gráfica de duración de defecto), según datos proporcionados por la compañía suministradora (Iberdrola). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la compañía son:

$$K=0.72 \quad \text{y} \quad n=1$$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del centro de transformación estará limitado por el nivel de aislamiento de los elementos de baja tensión del centro de transformación, y será:

$$R_t = \frac{U_{BT}}{I_d} = \frac{10000}{400} = 25\Omega$$

Siendo:

- R_t = resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT
- U_{BT} = Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación en voltios.
- I_d = Corriente de defecto máxima de acuerdo con las normas de Iberdrola en amperios.

El valor de K_r será menor que el que da el valor de la resistencia máxima de puesta a tierra.

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{25}{500} = 0.05 \Omega / \Omega \cdot m$$

2.7.8.1.METODO EMPLEADO EN LA INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

A) TIERRA DE PROTECCION

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.



Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección se ha adoptado la configuración 50-30/8/88 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0.044 < 0.05 \frac{\Omega}{m}$$

$$K_p = 0.0062 \frac{V}{\Omega \cdot m \cdot A}$$

$$K_c = 0.0131 \frac{V}{\Omega \cdot m \cdot A}$$

Siendo:

Kr = resistencia.

Kp = tensión de paso.

Kc = tensión de contacto exterior

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 8 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros, estas 8 picas formarán un rectángulo de dimensiones 5 x 3 m.

NOTA: Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean iguales o inferiores a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/ 1kV protegido contra daños mecánicos.

B) TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la tierra de servicio se ha adoptado la configuración 8/82 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0.0556 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$



$$K_p = 0.00225 \frac{V}{\Omega \cdot m \cdot A}$$

Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm, y una longitud de 2 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 metros. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 metros, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

NOTA: Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/ 1 kV protegido contra daños mecánicos.

Existirá una separación mínima entre las picas de tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de baja tensión.

2.7.8.2.CALCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS

A) TIERRA DE PROTECCION

La compañía suministradora proporciona los datos de la puesta a tierra del neutro, cuyos valores son los siguientes: $R_n=0 \Omega$; $X_n=25 \Omega$

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del centro (R_t), y tensión de defecto correspondiente (U_d), se utilizarán las siguientes fórmulas:

-Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t' :

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.044 \cdot 500 = 22\Omega$$

- Intensidad de defecto (I_d'):

$$I_d' = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{13200}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 22)^2 + 25^2}} = 228.84A$$

- Tensión de defecto, U_d' :



$$U_d = R_t \cdot Id = 22 \cdot 228.84 = 5034.48V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del centro de transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d'), por lo que deberá ser como mínimo de 6000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de alta tensión deterioren los elementos de baja tensión del centro, y por consiguiente no afecten a la red de baja tensión.

Se comprobará asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

B) TIERRA DE SERVICIO

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.0556 \cdot 500 = 27.8\Omega$$

Es menor de 37Ω

2.7.8.3. TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACION

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad no será necesario calcular, las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

-Tensión de paso en el exterior, U_p' :

$$U_p' = K_p \cdot Id \cdot \rho = 0.0062 \cdot 228.84 \cdot 500 = 709.40V$$

2.7.8.4. TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACION

El piso del centro estará constituido por un mallazo electro soldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 30m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue proteger a la persona que deba acceder a una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo



inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

El prefabricado de hormigón de ORMAZABAL está construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$Up(\text{contacto}) = Up'(\text{acc}) = Kc \cdot Id \cdot \rho = 0.0131 \cdot 228.84 \cdot 500 = 1498.902V$$

2.7.8.5. TENSIONES APLICADAS

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al centro, se emplearán las siguientes expresiones:

$$Up(\text{paso}) = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$$

$$Up(\text{contacto}) = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho H}{1000} \right)$$

Siendo:

- Up = tensiones de paso en voltios.
- k = 72.
- n = 1.
- t = duración de la falta en segundos (0,45 s)
- ρ= resistividad del terreno
- ρH = resistividad del hormigón

Obteniendo los siguientes resultados:

$$Up(\text{paso}) = 6400 \text{ V.}$$

$$Up(\text{contacto}) = 18400V.$$



Así pues, se comprobará que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

-En el exterior:

$$U_p^{\text{ext}} = 709.4V < U_p (\text{paso}) = 6400V$$

-En el acceso al centro de transformación:

$$U_p^{\text{acc}} = 1498V < U_p (\text{contacto}) = 18400V$$

Ahora se comprobará los valores de defecto:

$$U_d^{\text{def}} = 5034.48V < U_{BT} = 24000V$$

2.7.8.6. TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones superior a 1000 V cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (D_{\min}) entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{500 \cdot 228.84}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 18.21m$$

2.7.8.7. CORRECCION Y AJUSTE SI PROCEDE

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro, o cualquier otro medio permitido en el reglamento, que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

2.8. Cálculo de la puesta a tierra

La puesta a tierra se realiza para limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden llegar a alcanzar en un momento determinado las masas metálicas, y para asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone las averías eléctricas en los receptores, es decir, desvía al terreno las intensidades de defecto.

A la hora de llevar a cabo este cálculo debemos comprobar que la red de tierras proyectada cumple tanto con la ITC-BT-18 como con la ITC-BT-24.



La tensión de contacto que estableceremos como la máxima será de 24V, por lo que la resistencia de tierra calculada multiplicada por la corriente máxima que permite los dispositivos de protección no debe sobrepasar dicho valor.

$$Ra \cdot Ia < U$$

Ra= Resistencia de puesta a tierra junto con los conductores de protección

Ia= Intensidad máxima que soporta el dispositivo de protección.

U= Tensión de contacto máxima permitida

2.8.1. Red de tierra

Para el cálculo de la resistencia de tierra tendremos en cuenta las siguientes ecuaciones:

- Para las picas

$$Rp = \frac{\rho}{L_1} \quad R_{pt} = \frac{Rp}{n}$$

Rp= resistencia de una pica

Rpt= resistencia equivalente de las picas usadas

n= Numero de picas

ρ = resistividad del terreno

L1=longitud de una pica

- Para el conductor desnudo

$$Rc = \frac{2\rho}{L_2}$$

Rc= resistencia del cable (Ωm)

L2= longitud del onductor en (m)

Una vez que tenemos las expresiones debemos saber la longitud de las picas que vamos a utilizar, la longitud del cable desnudo y la resistividad del terreno:

$\rho = 500(\Omega\text{m})$ (suelo de arenas arcillosas)

Longitud cable enterrado (m) = 293 m.

Número de picas de 2 m= 8

$$Rp = \frac{\rho}{L_1} = \frac{500}{2} = 250\Omega$$

$$R_{pt} = \frac{Rp}{n} = \frac{250}{8} = 31.25\Omega$$

$$R_c = \frac{2\rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 500}{293} = 3.42\Omega$$

La resistencia total de tierra la hallaremos mediante el paralelo entre la resistencia de las picas y la del cable:

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{31.25} + \frac{1}{3.42} = 3.082\Omega$$

$$R_a = 3.082\Omega$$

Una vez calculada la resistencia de tierra debemos ver si se cumple el reglamento:

$$U = R_a \cdot I_a = 3.082 \cdot 0.3 = 0.9246V < 24V \rightarrow \text{Si cumple el reglamento}$$

Pamplona Septiembre de 2011

Roberto Colomo Ibáñez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

DOCUMENTO 3: PLANOS

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

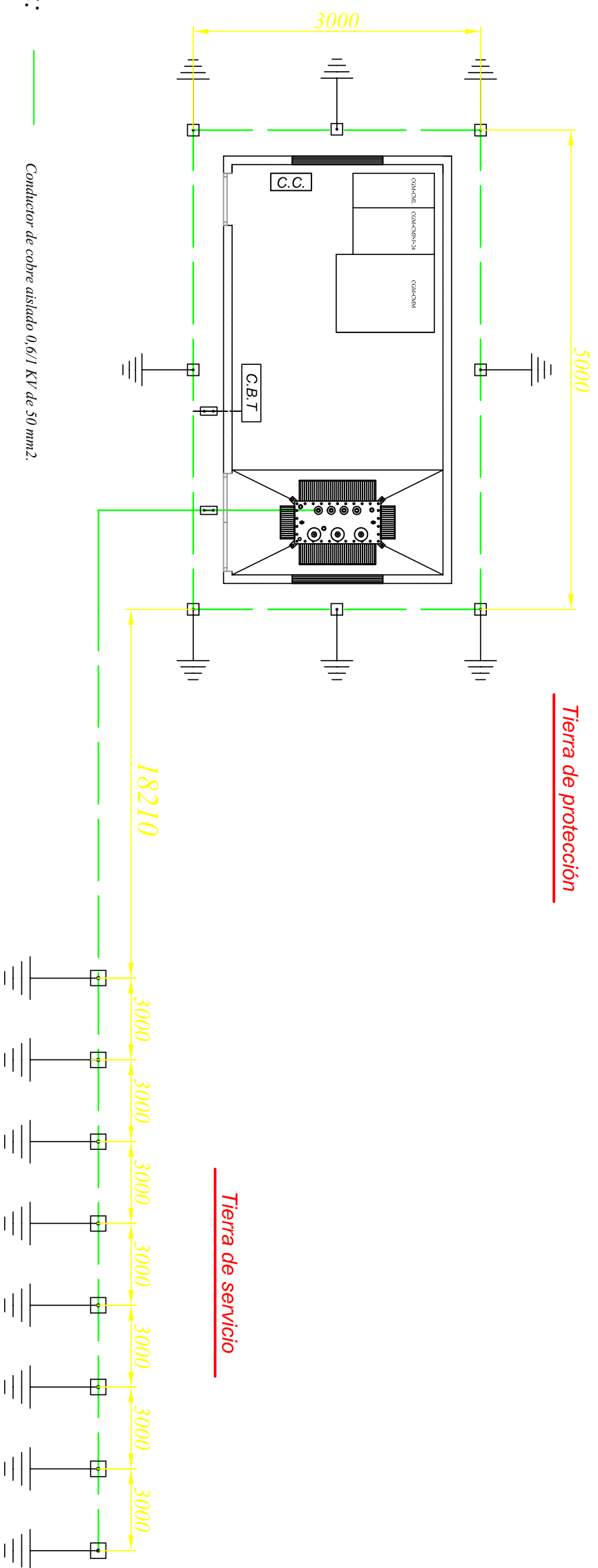
Pamplona, Septiembre de 2011








PLANOS

- 3.1 PLANO DE SITUACION DE LA NAVE
- 3.2 PLANO DE LA ESTRUCTURA DE LA NAVE
- 3.3 PLANO INSTALACIONES DEL SOTANO
- 3.4 PLANO INSTALACIONE PLANTA BAJA
- 3.5 PLANO INSTALACIONES 1º Y 2º PISO
- 3.6 PLANO INSTALACIONES PISO SUPERIOR DE OFICINA
- 3.7 ESQUEMA UNIFILAR CGP
- 3.8 ESQUEMA UNIFILAR C.S.1
- 3.9 ESQUEMA UNIFILAR C.S.2
- 3.10 ESQUEMA UNIFILAR C.S.3
- 3.11 ESQUEMA UNIFILAR C.S.4 Y C.S.5
- 3.12 ESQUEMA UNIFILAR C.S.6
- 3.13 ESQUEMA UNIFILAR C.S.7
- 3.14 ESQUEMA UNIFILAR C.S.8
- 3.15 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9
- 3.16 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.1
- 3.17 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.2
- 3.18 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.3
- 3.19 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.4
- 3.20 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.5
- 3.21 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.6
- 3.22 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.7
- 3.23 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.8
- 3.24 ESQUEMA UNIFILAR C.S.9.9
- 3.25 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA DE LA NAVE
- 3.26 PLANO DE DISTRIBUCION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION
- 3.27 PLANO DEL REJILLADO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION
- 3.28 ESQUEMA UNIFILAR DEL DENTRO DE TRANSFORMACION
- 3.29 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

Planta




Leyenda:

-  Conductor de cobre aislado 0,6/1 KV de 50 mm².
-  Conductor de cobre desnudo de 50 mm².
-  Pica de cobre de 14 mm de diámetro.
-  Arqueta de registro.
-  Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra.

Nota:

-Tierra de protección: Código UNESA 50-30/8/88. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 8 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. Formarán un rectángulo de dimensiones 5 x 3 m, y estarán unidas mediante conductor desnudo CU de 50 mm².

-Tierra de servicio: Código UNESA 8/82. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. Se situarán en hilera distanciadas entre sí 3 m, y estarán unidas mediante conductor desnudo CU de 50 mm².

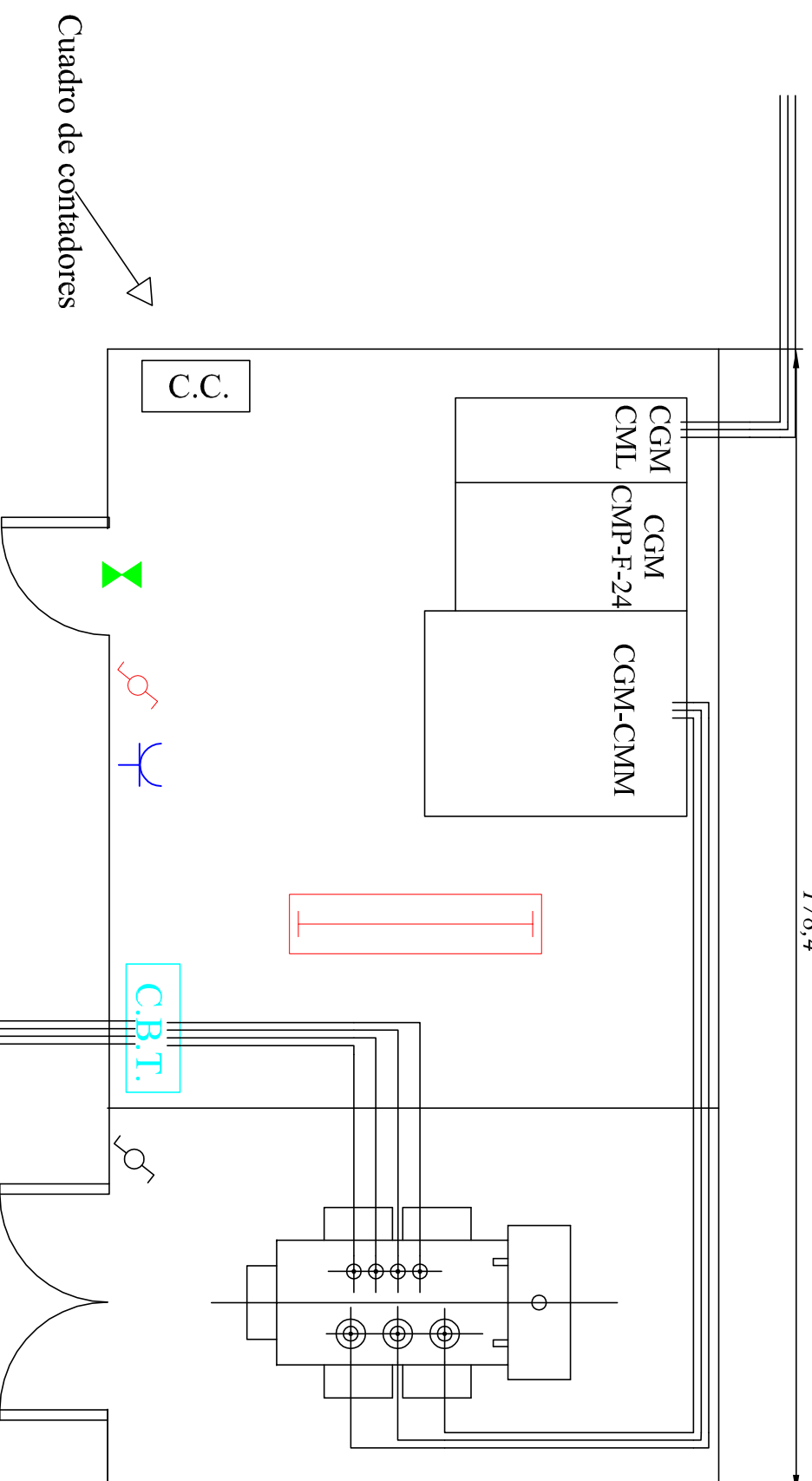
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
PLANO: TIERRAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FIRMA:	FECHA: 7/2011
	ESCALA: 1/50	Nº PLANO: 29

Centro de Transformación de Superficie

Dimensiones Planta: 4,46 x 2,38 m.

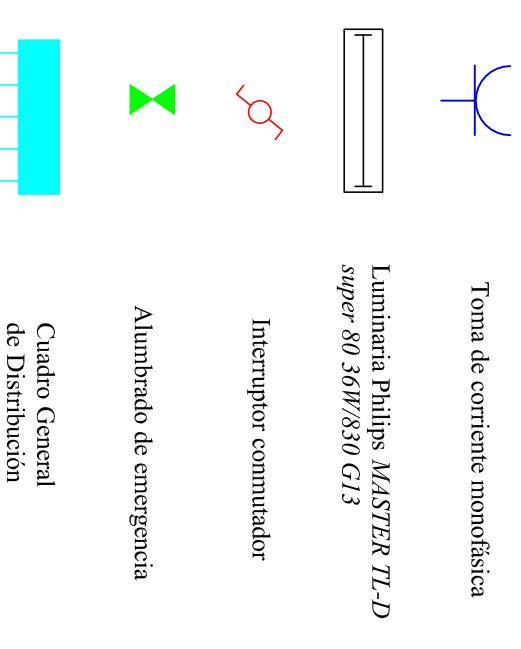
Línea de Media tensión 13,2KV;
IBERDROLA
Subterránea


178,4



CGM-CML: Celda de línea
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible
CGM-CMM: Celda de medida

Leyenda:



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

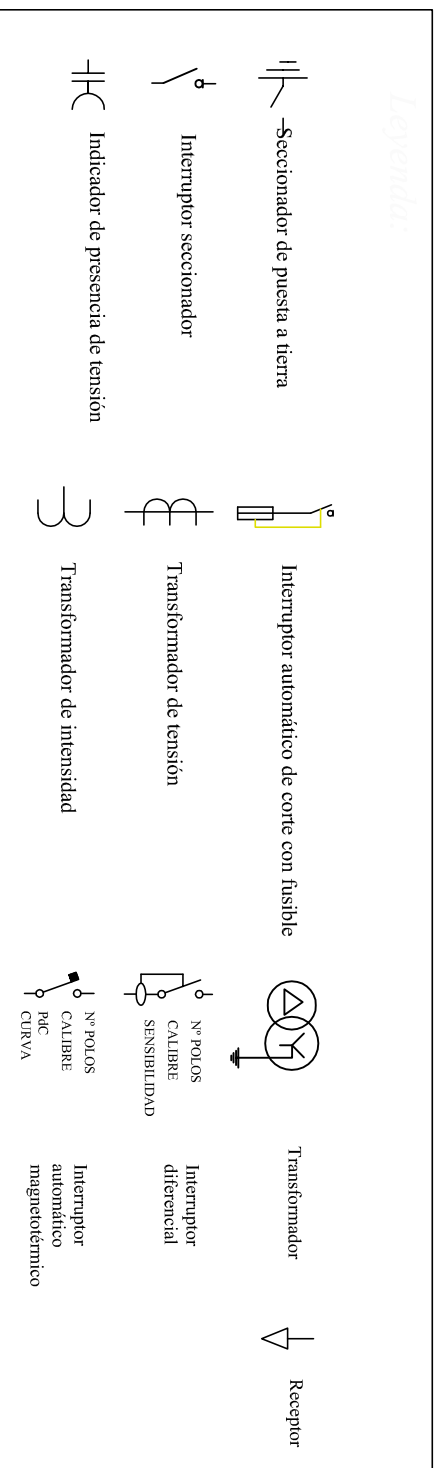
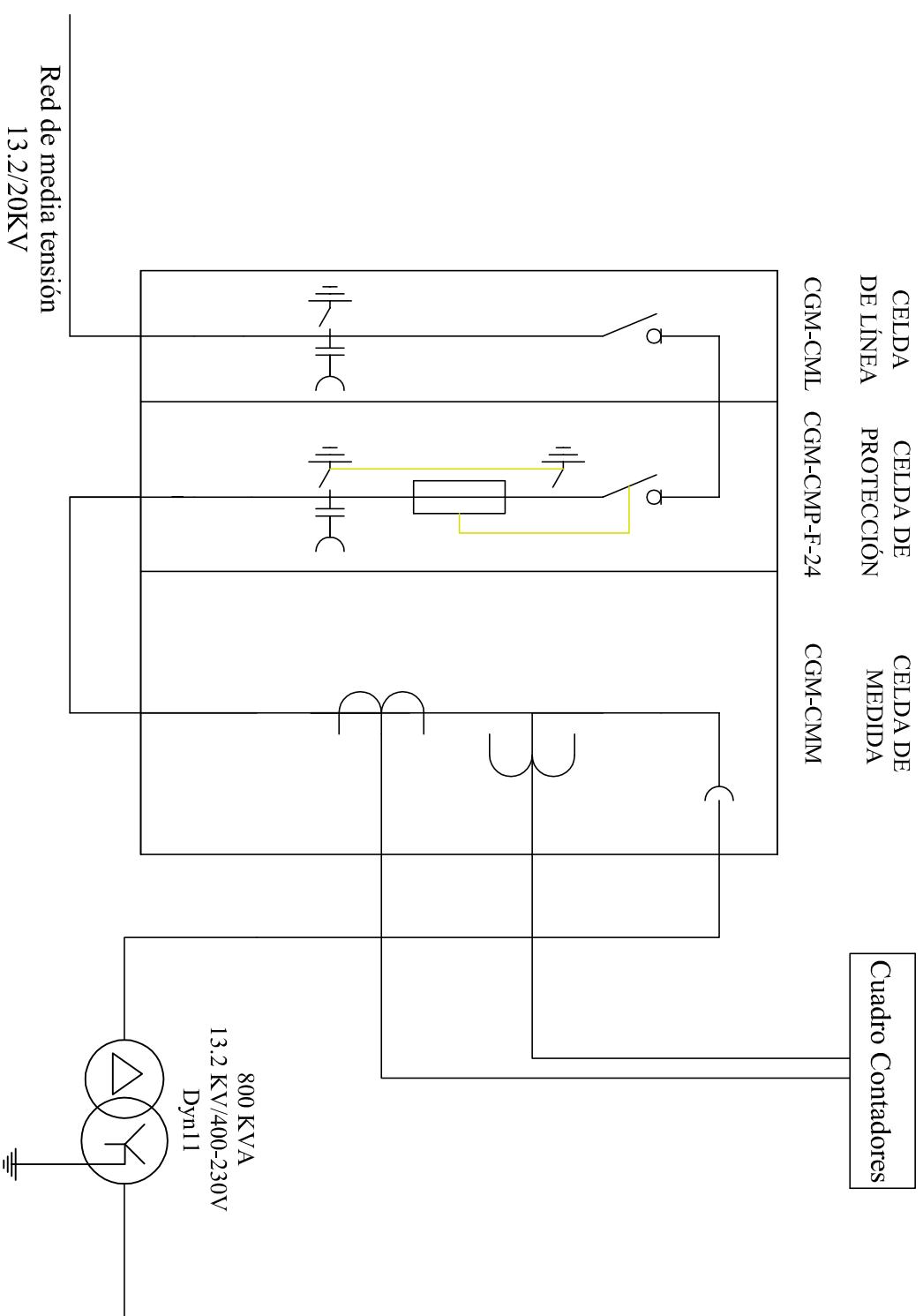
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES

REALIZADO:
COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO

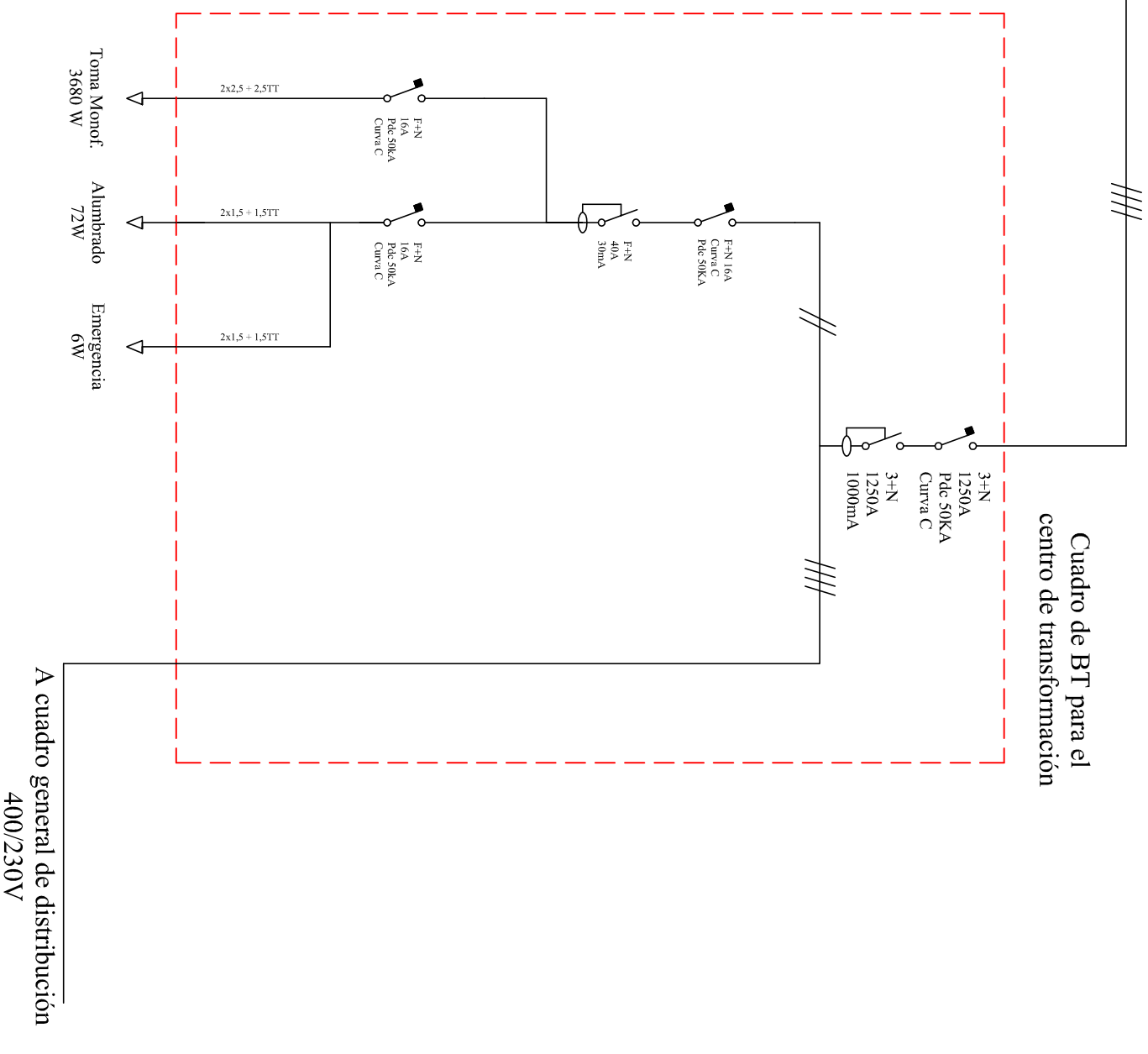
FIRMA:

PLANO:
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FECHA: **7/2011** ESCALA: **1/25** Nº PLANO: **26**



CGM-CML: Celda de línea	Ur=24kV, In=400A Interruptor-seccionador Intensidad de cortocircuito: 16kA-20kA Capacidad de cierre: 40kA
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	Ur=24kV, In=400A Interruptor-seccionador Intensidad de cortocircuito: 16kA-20kA Capacidad de cierre: 40kA Fusibles: 3x63A
CGM-CMM: Celda de medida	Ur=24kV, In=400A 3 transformadores de intensidad, relación: 30-60/5A Clase 05 Aislamiento 24 kV 3 transformadores de intensidad, relación: 13200-22000/110 Clase 05 Aislamiento 24 kV

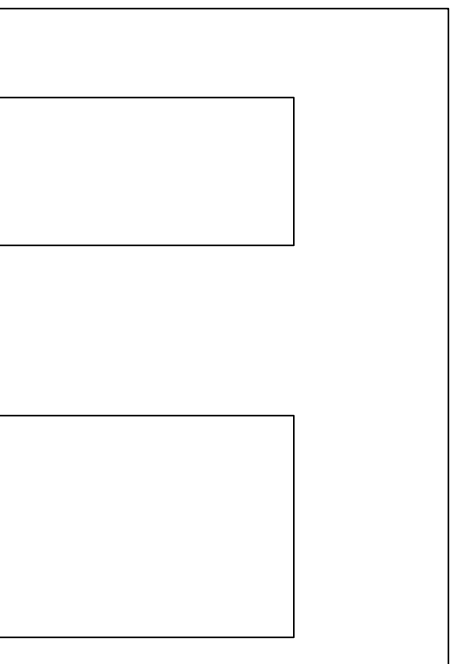


<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:	REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO	
PLANO:	FIRMA:	
ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FECHA:	ESCALA:
	7/2011	Nº PLANO: 28

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE SUPERFICIE

Dimensiones Planta: 4,46 x 2,38 x 3,045 m

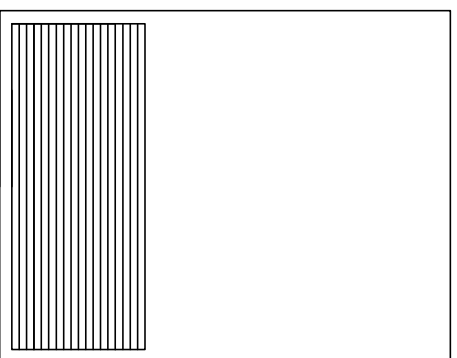
Fachada delantera



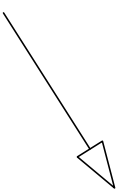
Fachada trasera



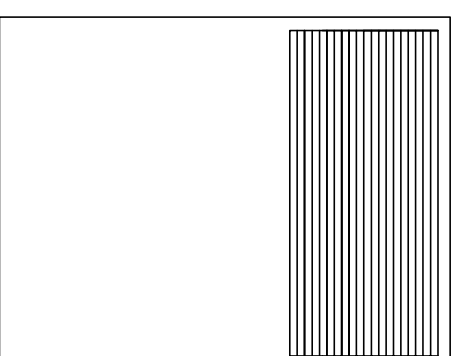
Fachada lateral izquierda



Rejilla de entrada
(2,2 x 0,9 m)



Fachada lateral derecha




Rejilla de salida
(2,2 x 1 m)

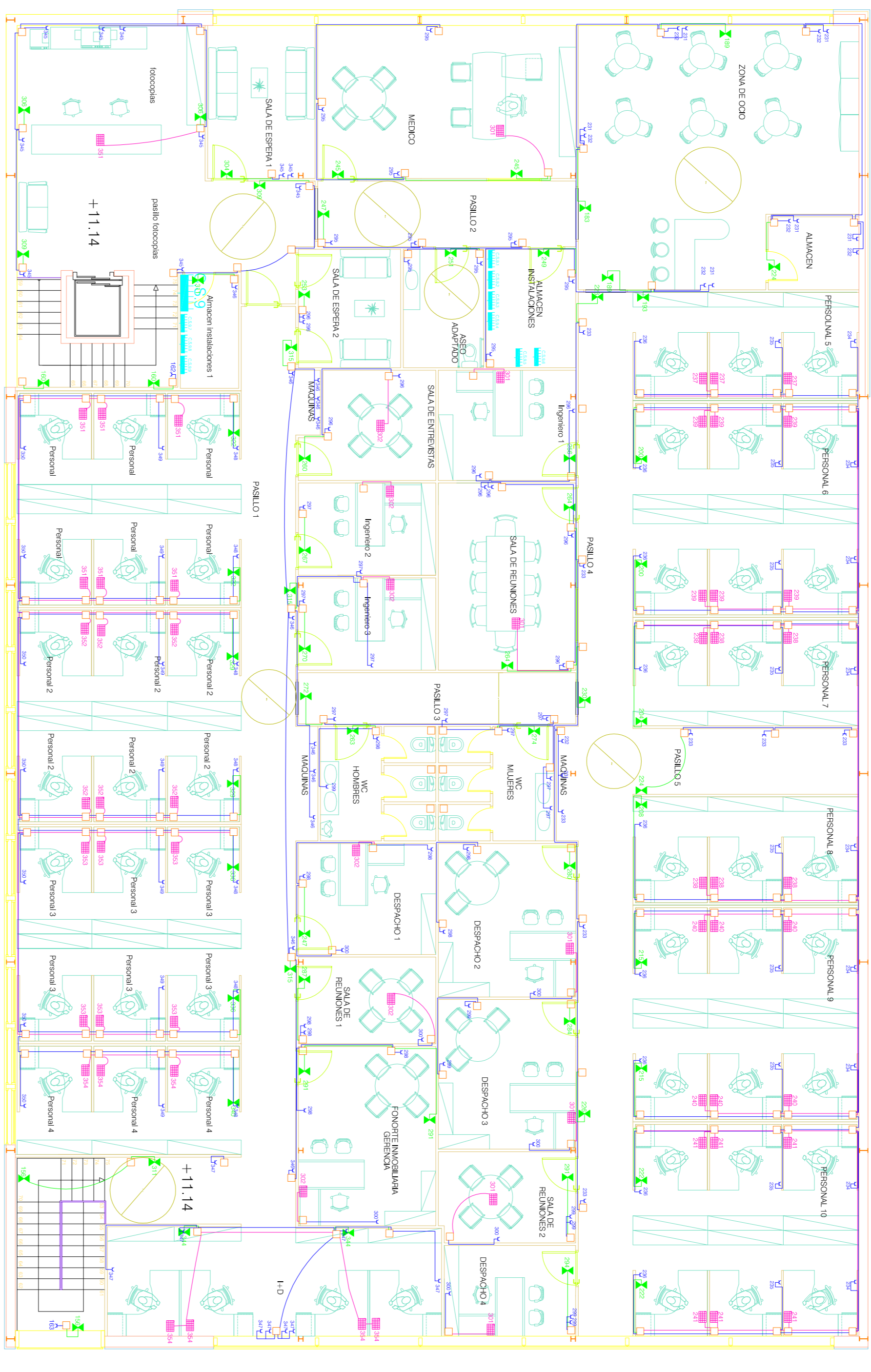
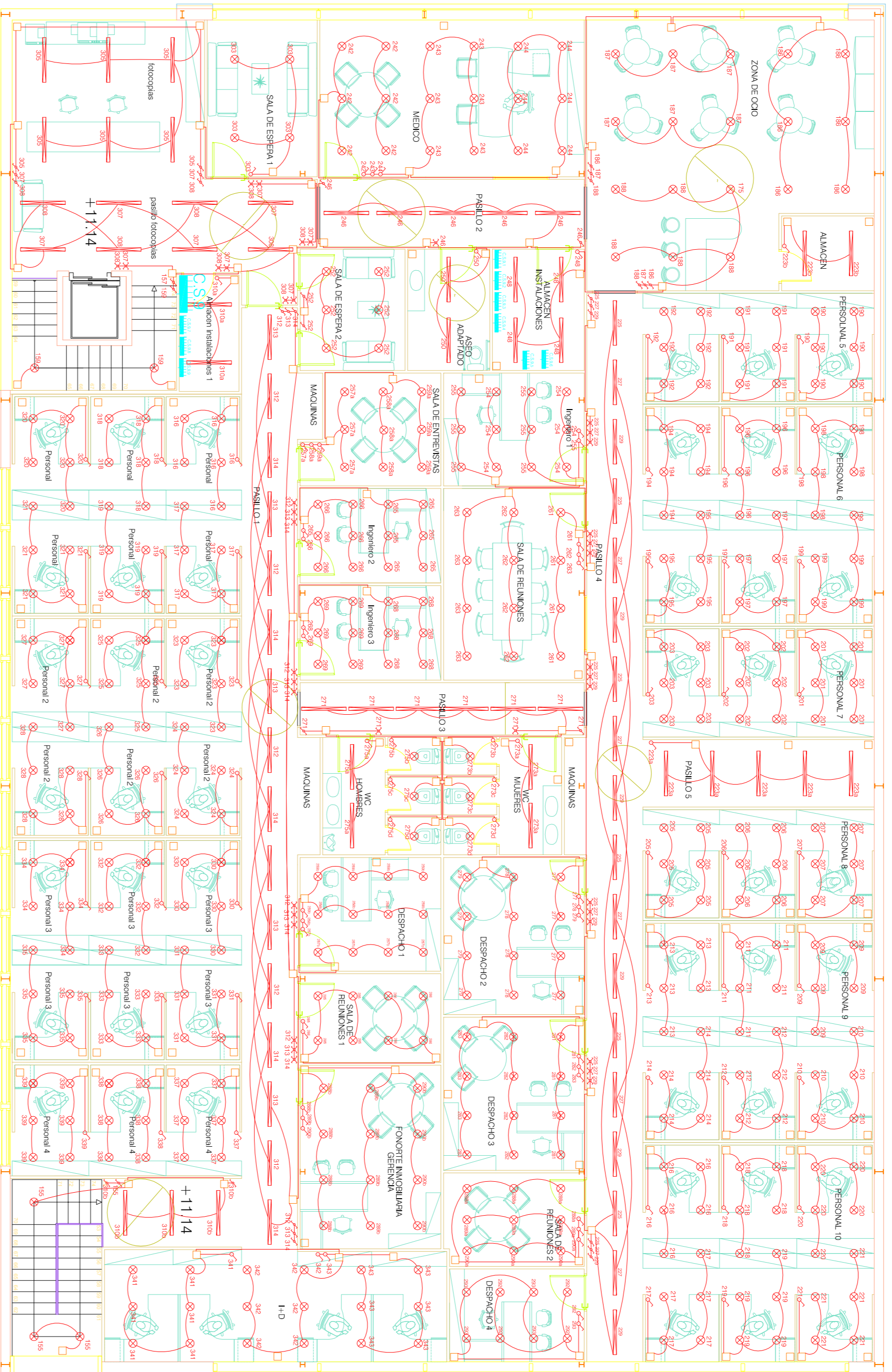


NOTA:

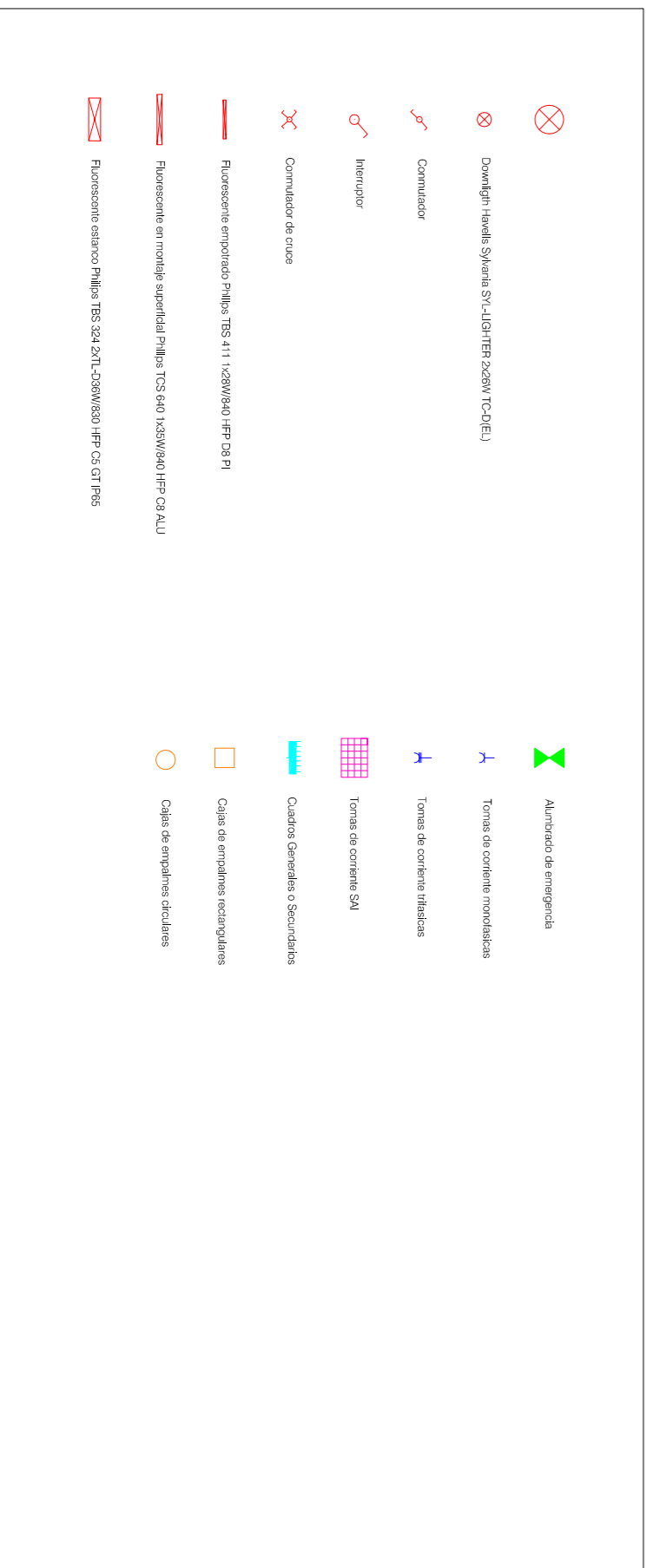
La ventilación será de tipo natural con las rejillas de entrada y de salida enfrentadas.


La diferencia de altura entre la de entrada y la de salida es de 2m (respecto al centro de cada rejilla).

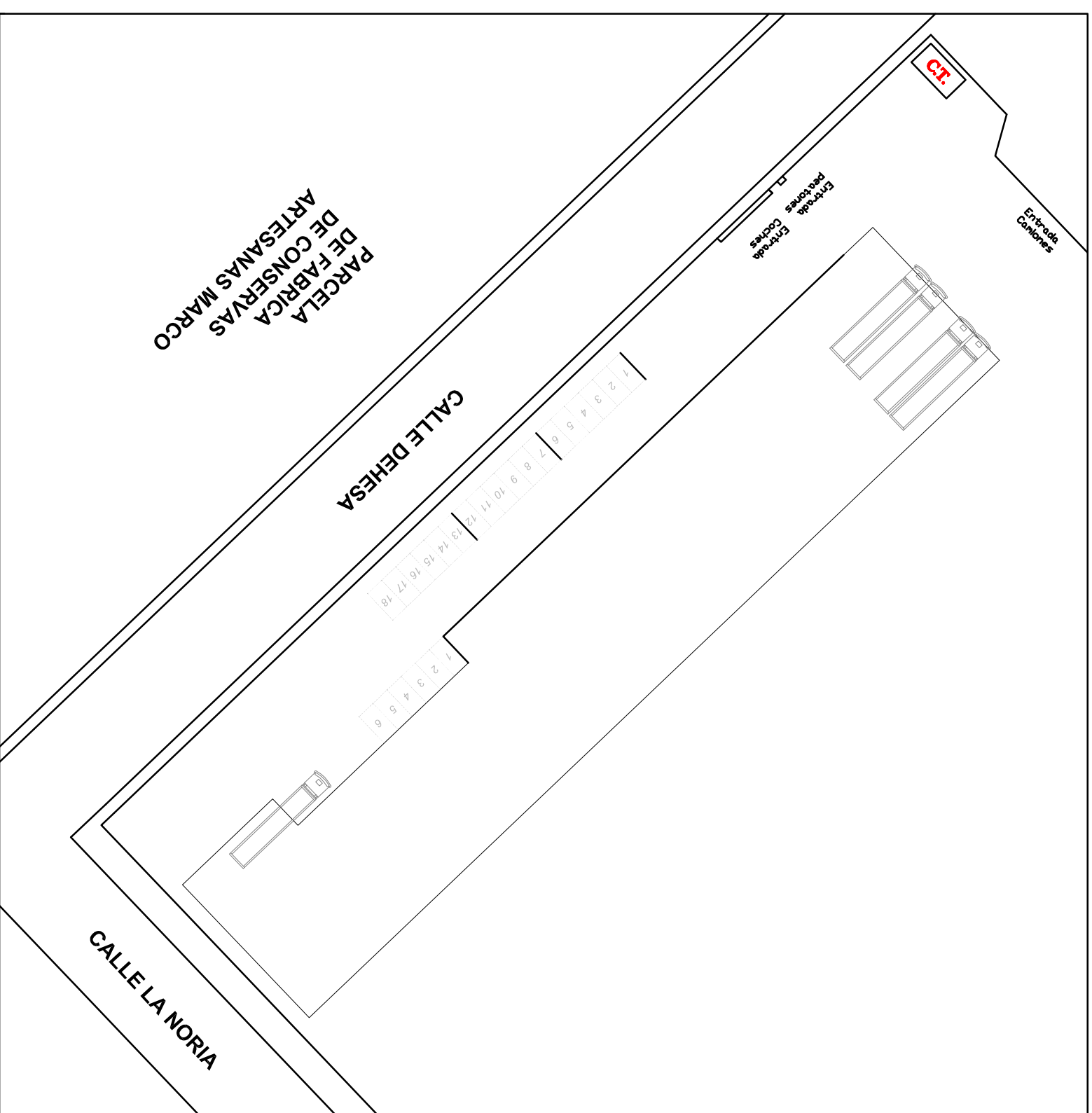
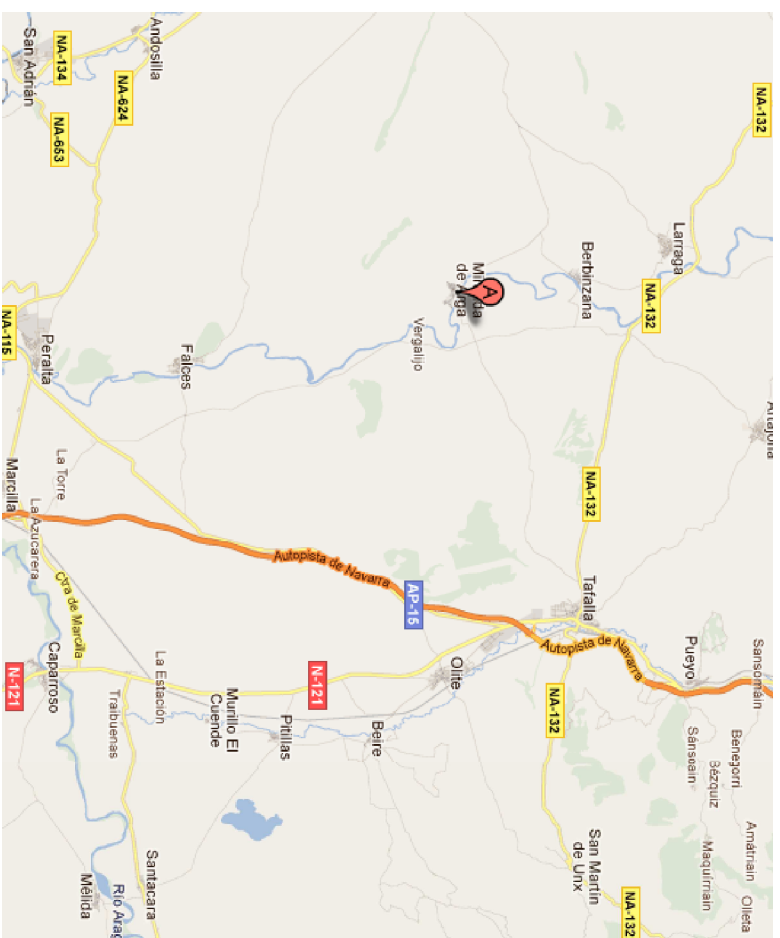
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	<i>DEPARTAMENTO:</i> DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO	
<i>PROYECTO:</i> INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES.		<i>REALIZADO:</i> COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
<i>PLANO:</i> DISTRIBUCIÓN REJILLADO DEL C.T.		<i>FIRMA:</i> COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
<i>FECHA:</i> 7/2011	<i>ESCALA:</i> 1/50	<i>Nº PLANO:</i> 27




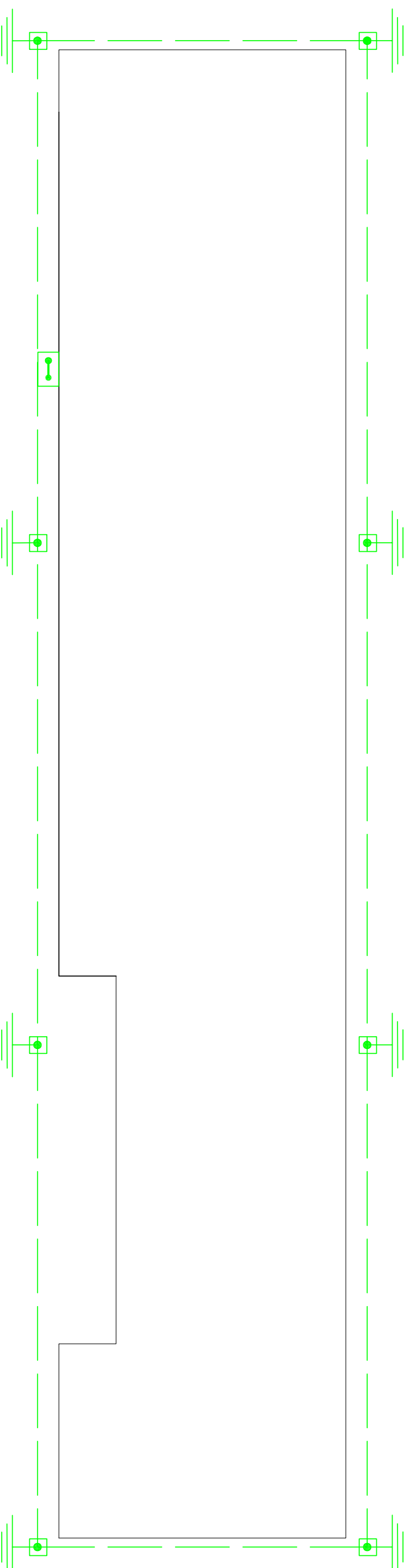
Legenda:



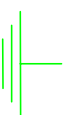
 Universidad Pública de Navarra Maternato Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
PLANO: INSTALACIONES PISO SUPERIOR DE OFICINAS	FECHA: 7/2011	ESCALA: 1:100
	FIRMA:	Nº PLANO: 6



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
PLANO: SITUACIÓN	FIRMA:	FECHA: 7/2011
	ESCALA:	Nº PLANO: 1



Leyenda:



Pica de 2m de longitud y 14mm de diámetro




Arqueta de registro

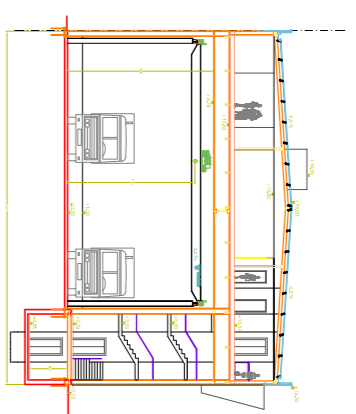


Caja de medición y seccionamiento depuesta a tierra que une el anillo de tierra con el C.G.D.

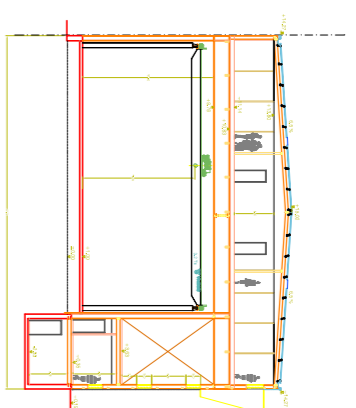


Cable de cobre desnudo de 50mm² de sección, enterrado a una profundidad de 0.8m

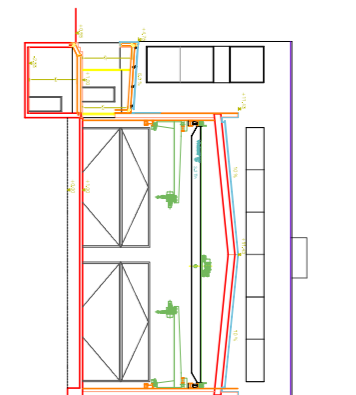
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
PLANO: TIERRAS NAVE	FIRMA: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO	FECHA: 7/2011
	ESCALA: 1:370	Nº PLANO: 25



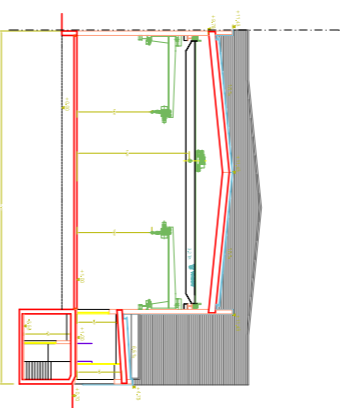
SECCION A-A



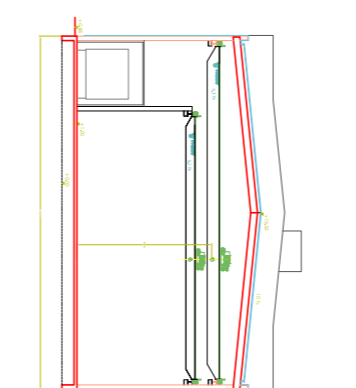
SECCION B-B



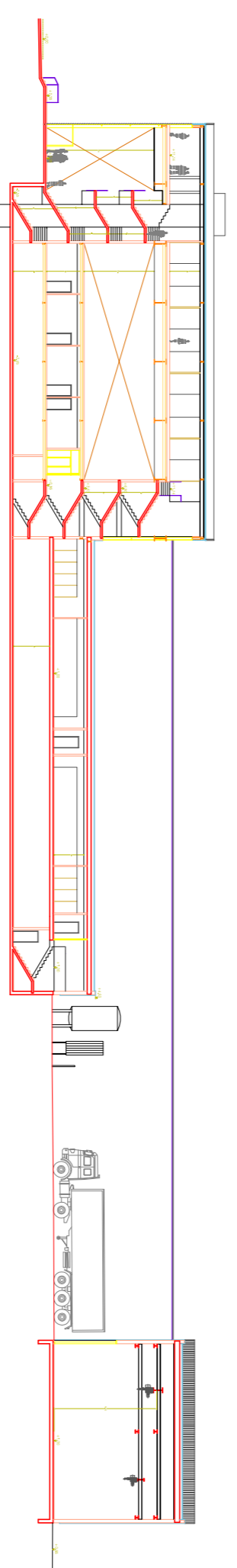
SECCION C-C



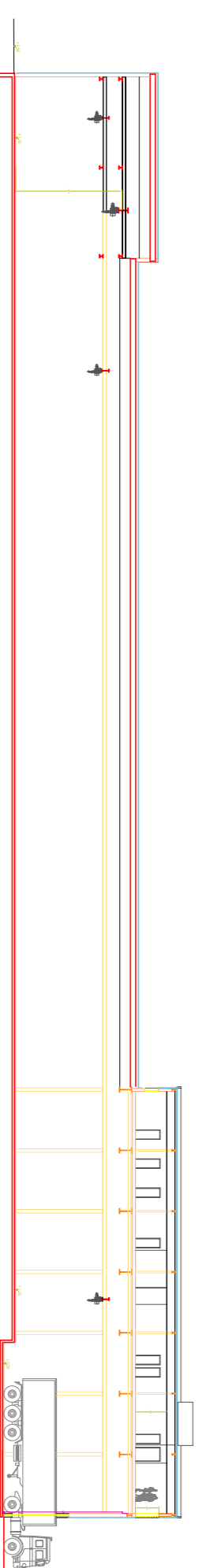
SECCION D-D



SECCION E-E

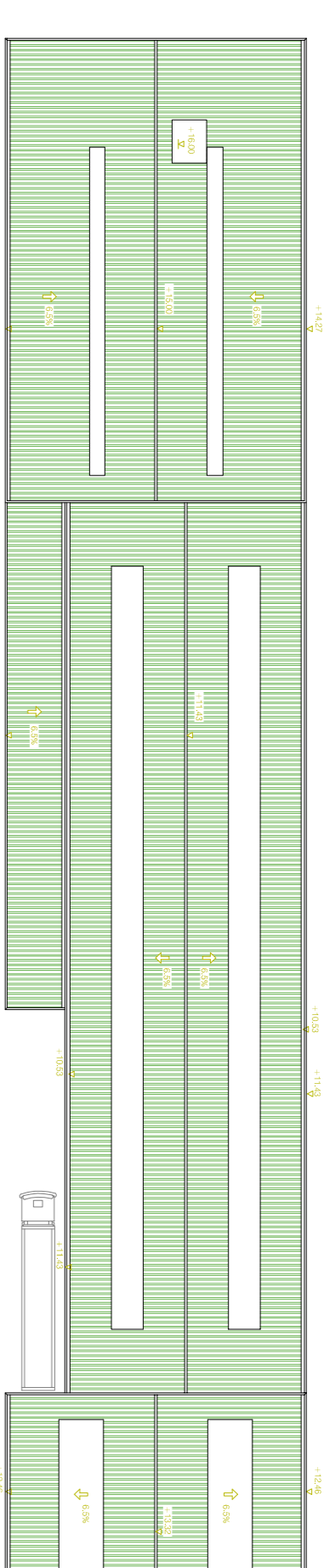


SECCION F-F

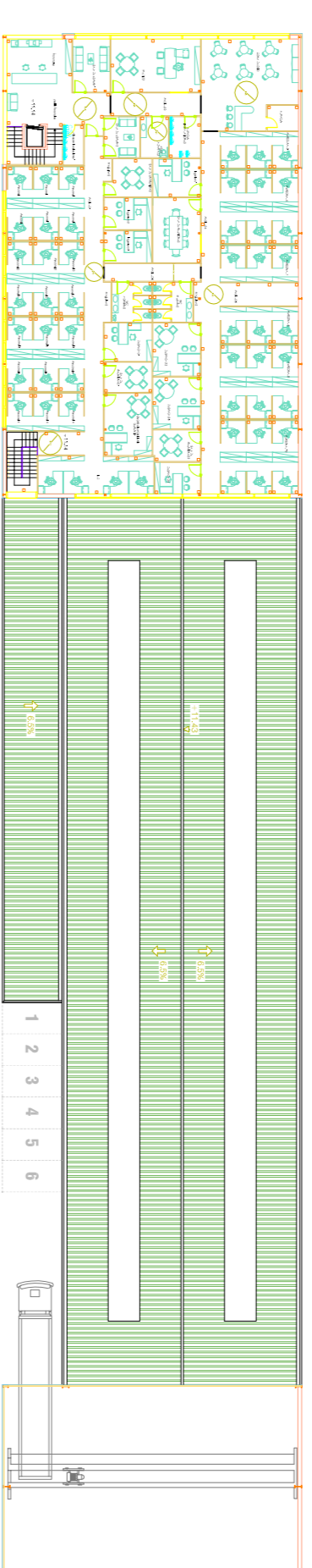


SECCION G-G

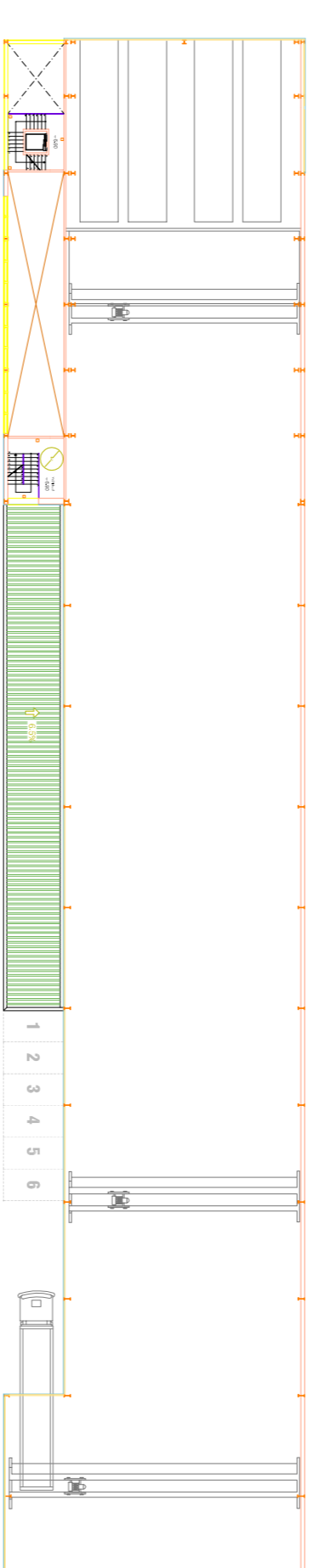
CUBIERTA



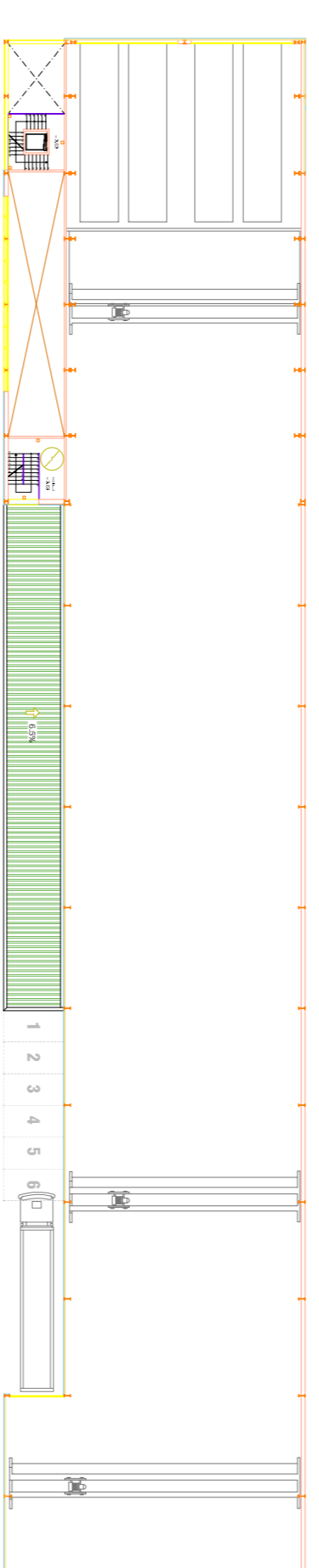
PISO SUPERIOR
ZONA DE
OFICINAS



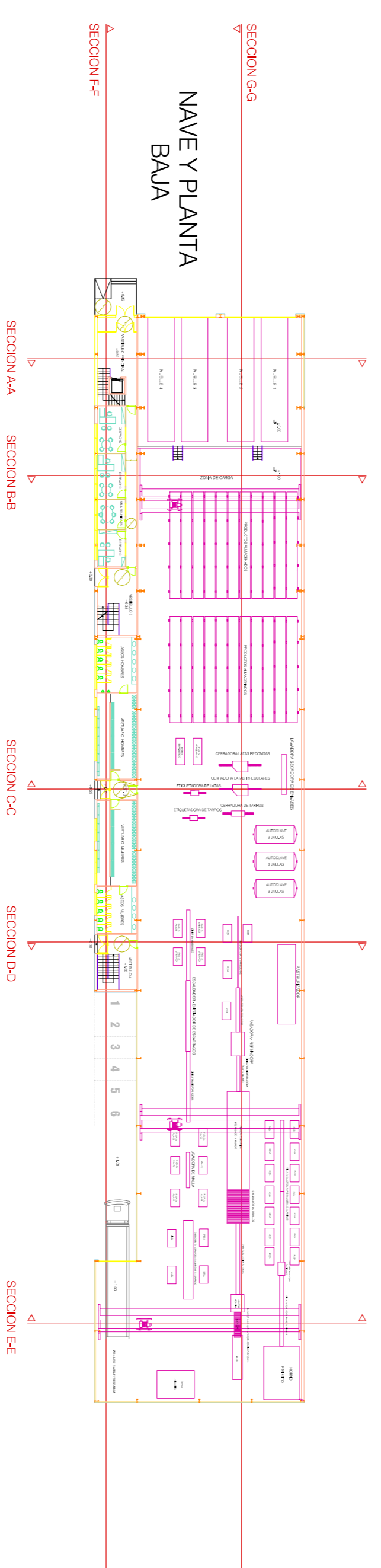
2º PISO



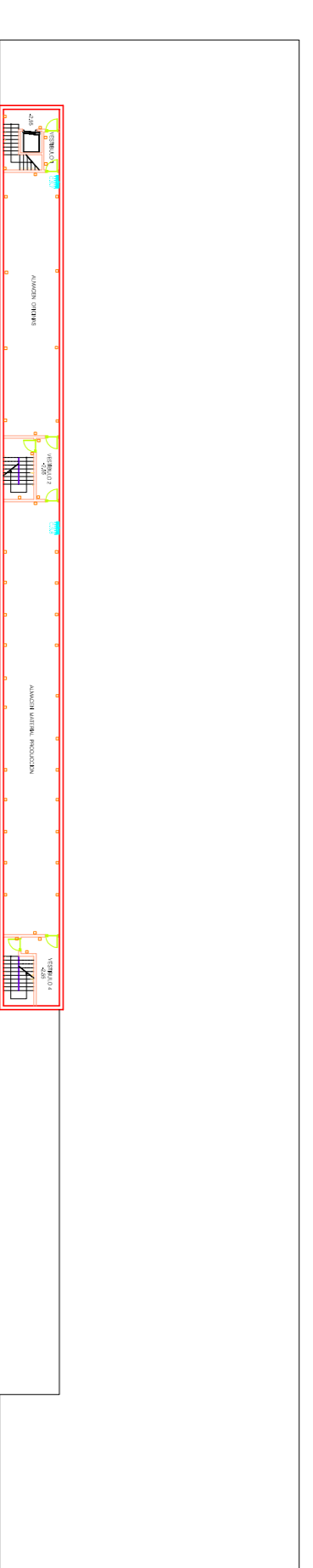
1º PISO



NAVE Y PLANTIA
BAJA



SOTANOS



Universidad Pública
de Navarra
Matarraso
Universitaria Pública

DEPARTAMENTO:
E.T.S.I.I.T.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL ELECTRICO

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA PARA NAVE
DE CONSERVAS VEGETALES

REALIZADO:
COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

FIRMA:

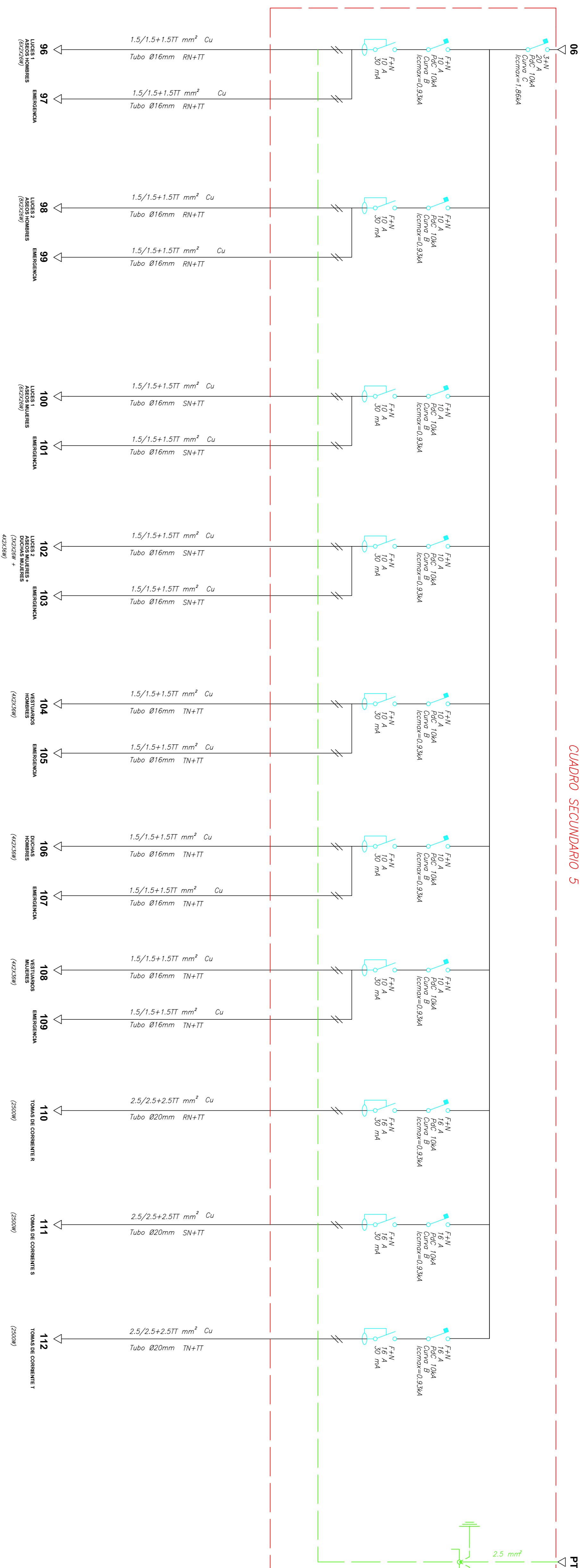
FECHA: 7/2011

ESCALA: 1:500

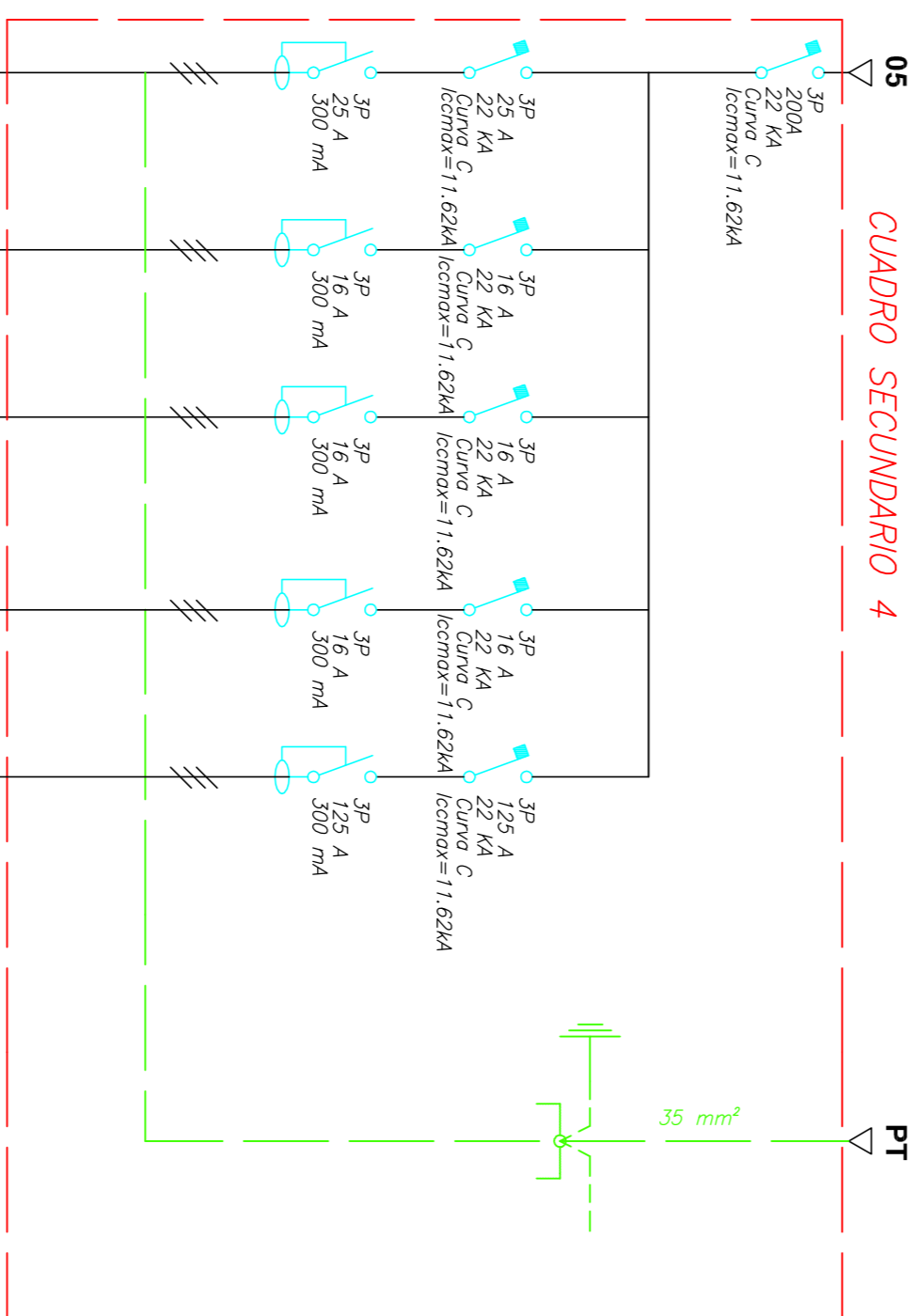
Nº PLANO: 2

PLANO:
PLANO ESTRUCTURA DE LA NAVE

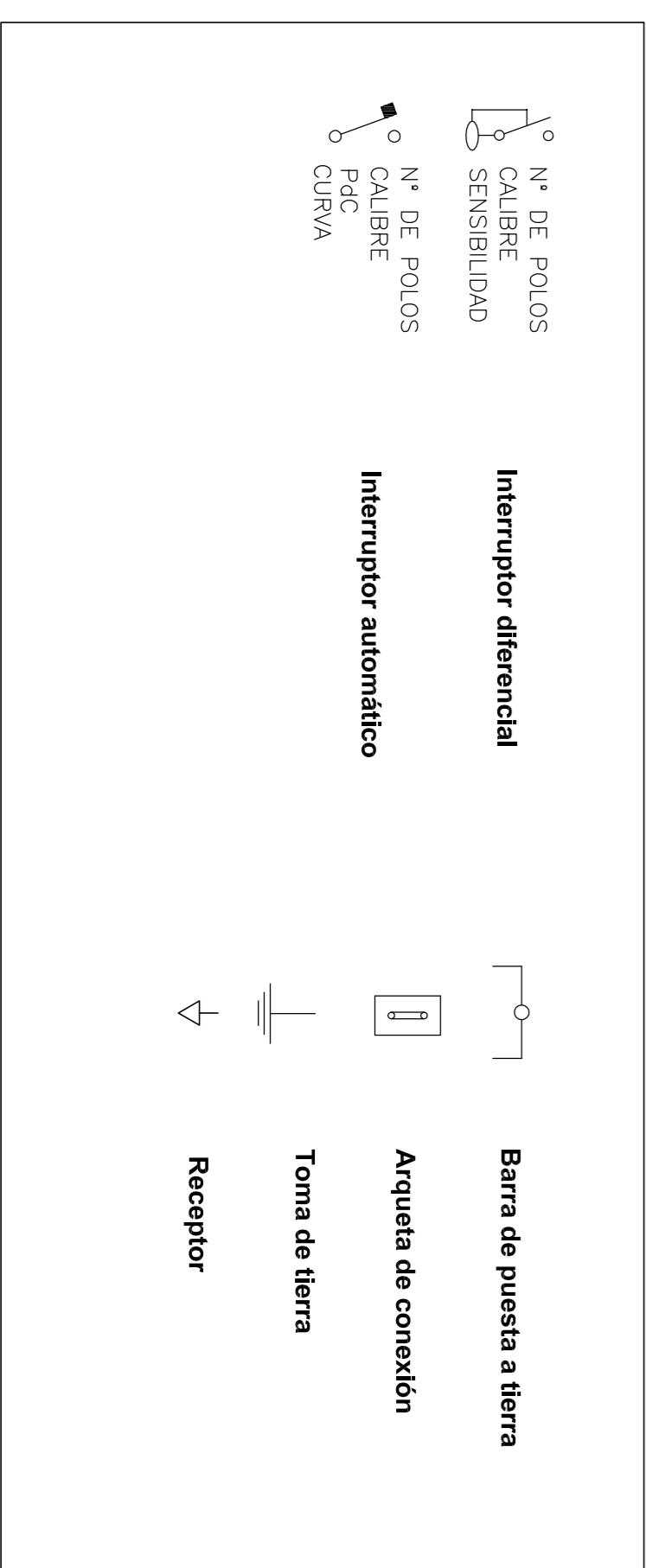
CUADRO SECUNDARIO 5



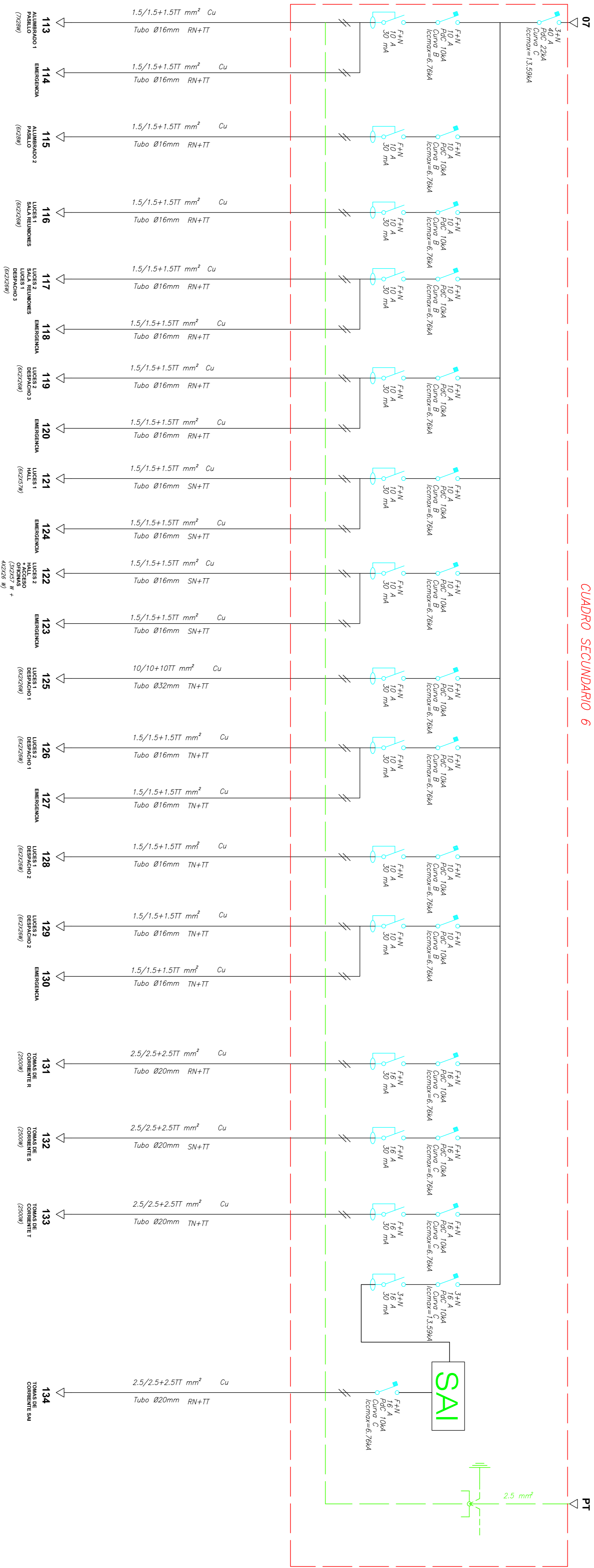
CUADRO SECUNDARIO 4



Leyenda:



<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES</p>	<p>REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO</p>
<p>PLANO: CUADROS SECUNDARIOS 4 Y 5</p>	<p>ESCALA:</p>	<p>Nº PLANO: 11</p>

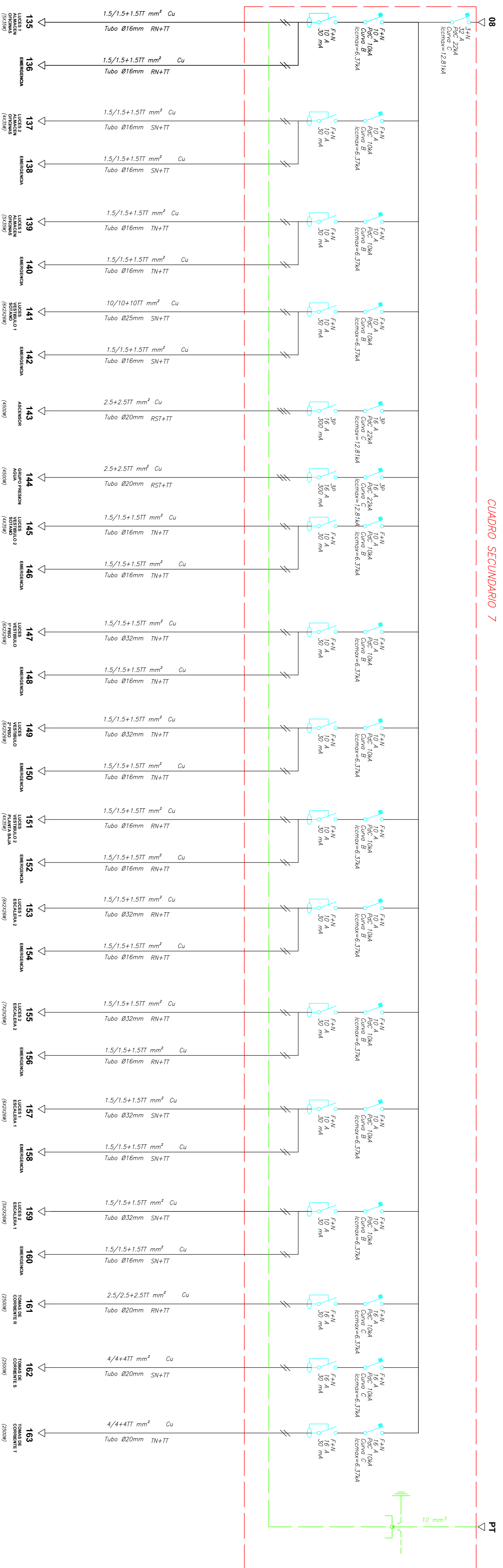


Legenda:

	Nº DE POLOS CALIBRE SENSIBILIDAD		Interruptor diferencial
	Nº DE POLOS CALIBRE SENSIBILIDAD		Interruptor automático
	Barra de puesta a tierra		Arqueta de conexión
	Toma de tierra		Receptor

SISTEMA DE ALIMENTACION ININTERUMPIDA

Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Técnica Industrial Eléctrica	E.T.S.I.I.T.
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 6	FECHA: 7/2011
	ESCALA: N° PLANO: 12



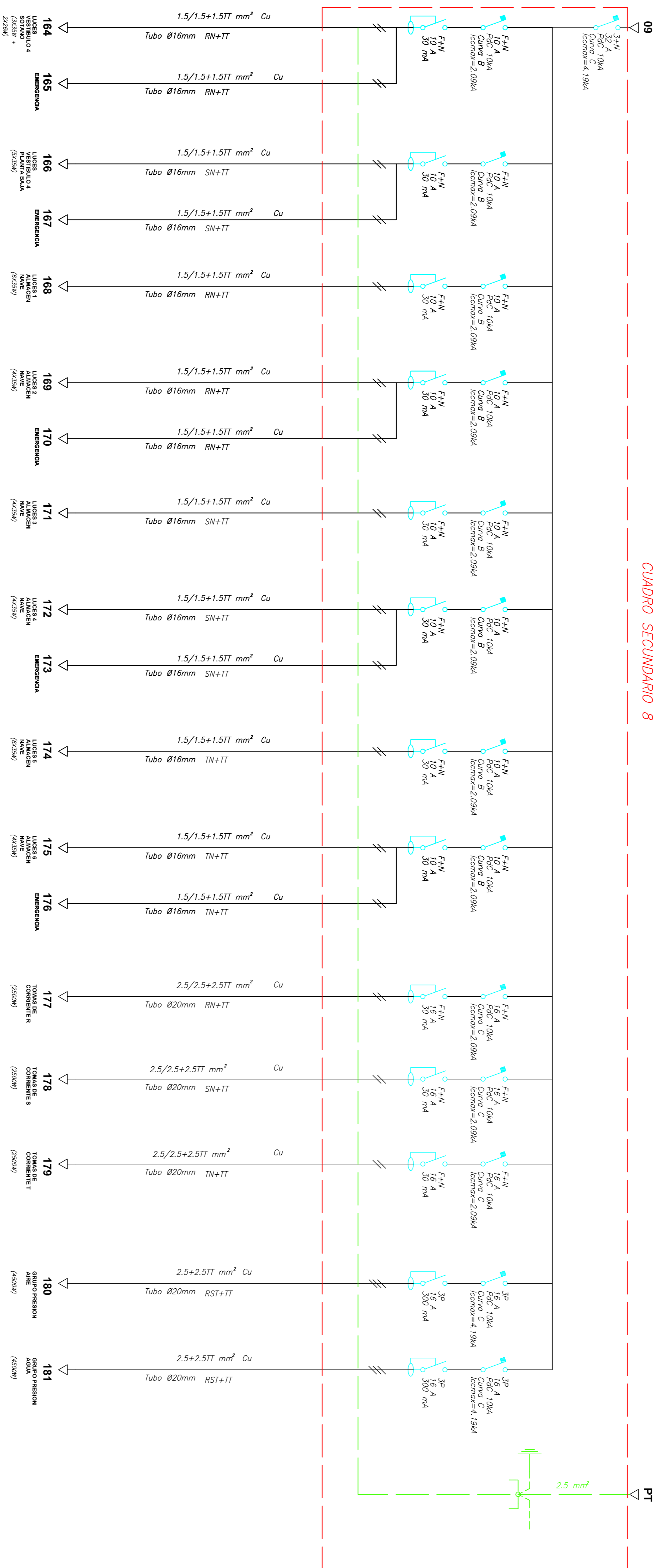
CUADRO SECUNDARIO 7

Legenda:

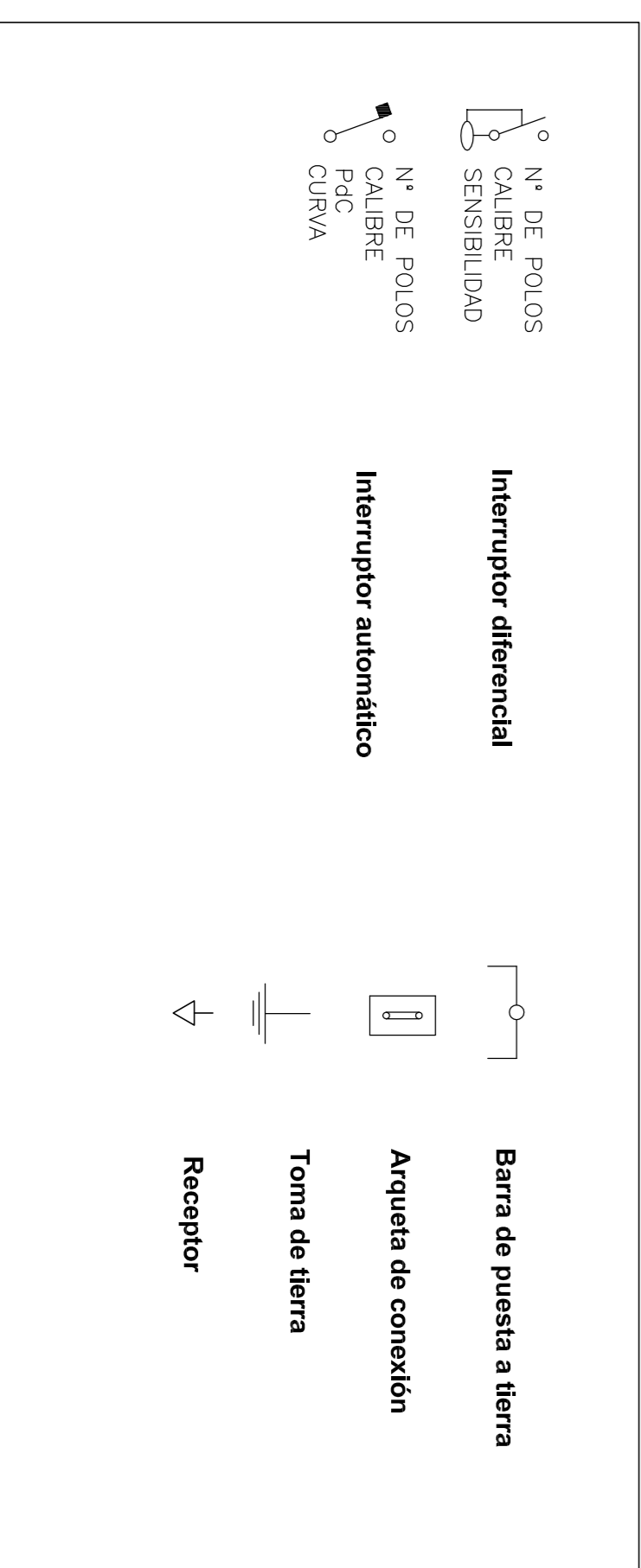
	Nº DE POLOS		Interruptor diferencial
	CALIBRE		Interruptor automático
	SENSIBILIDAD		Barra de puesta a tierra
	Nº DE POLOS		Arqueta de conexión
	CALIBRE		Toma de tierra
	SENSIBILIDAD		Receptor

Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Técnica Industrial Eléctrica	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 7	FECHA: 7/2011
ESCALA: 13	N° PLANO: 13

CUADRO SECUNDARIO 8

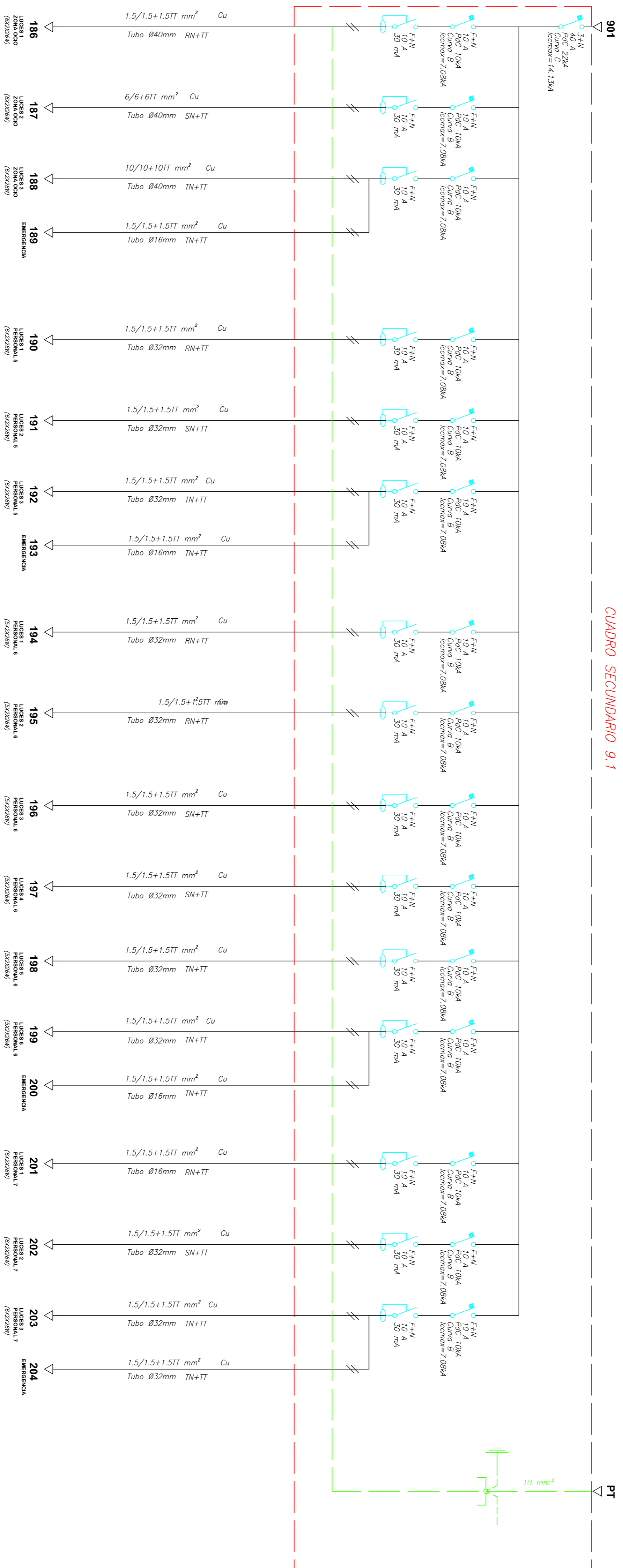


Legenda:

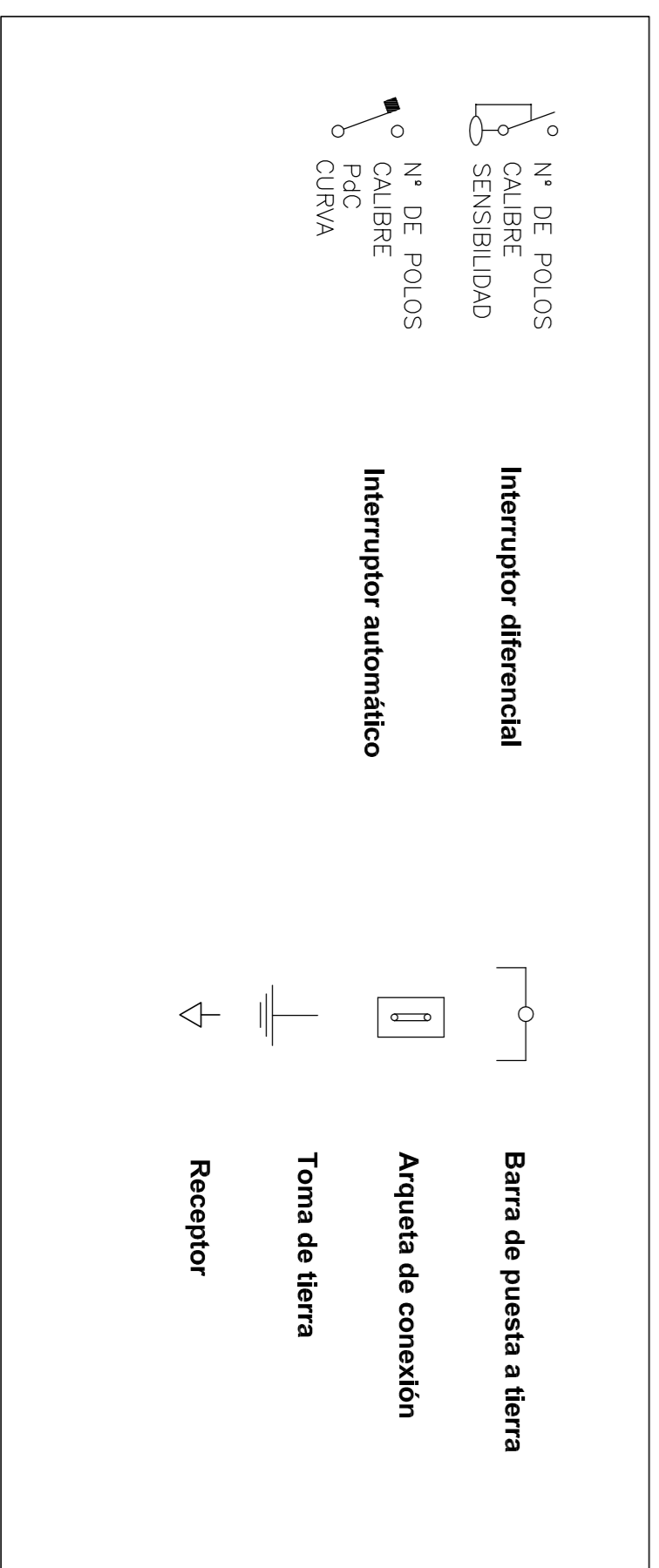


<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>		<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO</p>	
<p>PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES</p>		<p>REALIZADO: COLOMO IBANEZ, ROBERTO</p>	
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 8	FECHA: 7/2011	ESCALA:	N° PLANO: 14

CUADRO SECUNDARIO 9.1

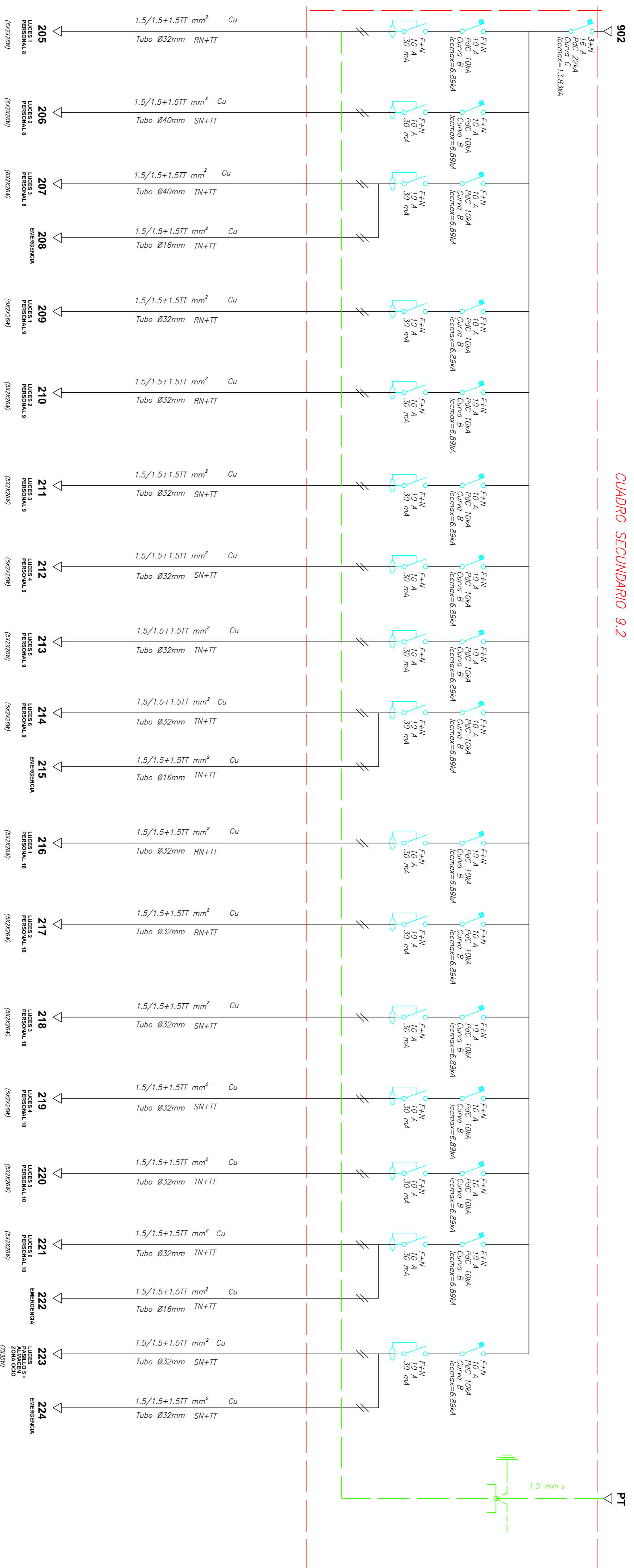


Legenda:

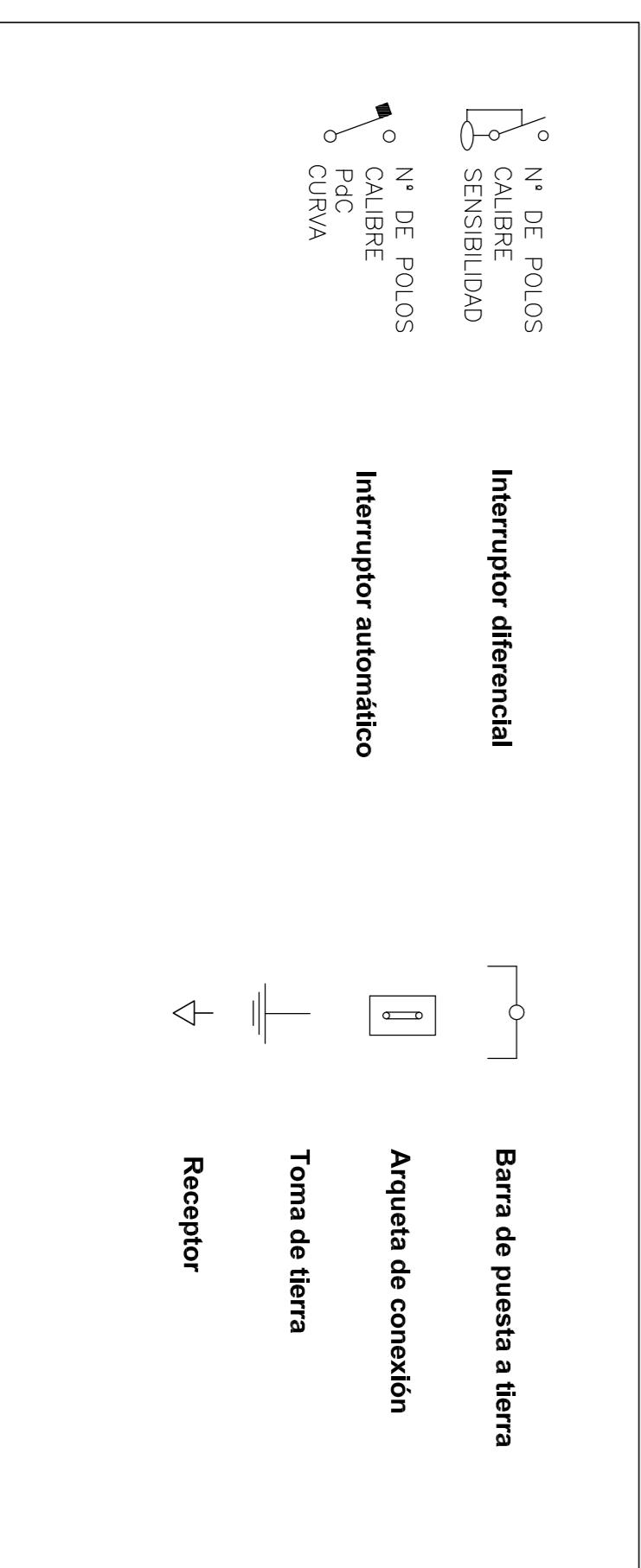


Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Técnica Industrial Eléctrica		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES		REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO	
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.1		FECHA: 7/2011	
ESCALA: 16		N° PLANO: 16	

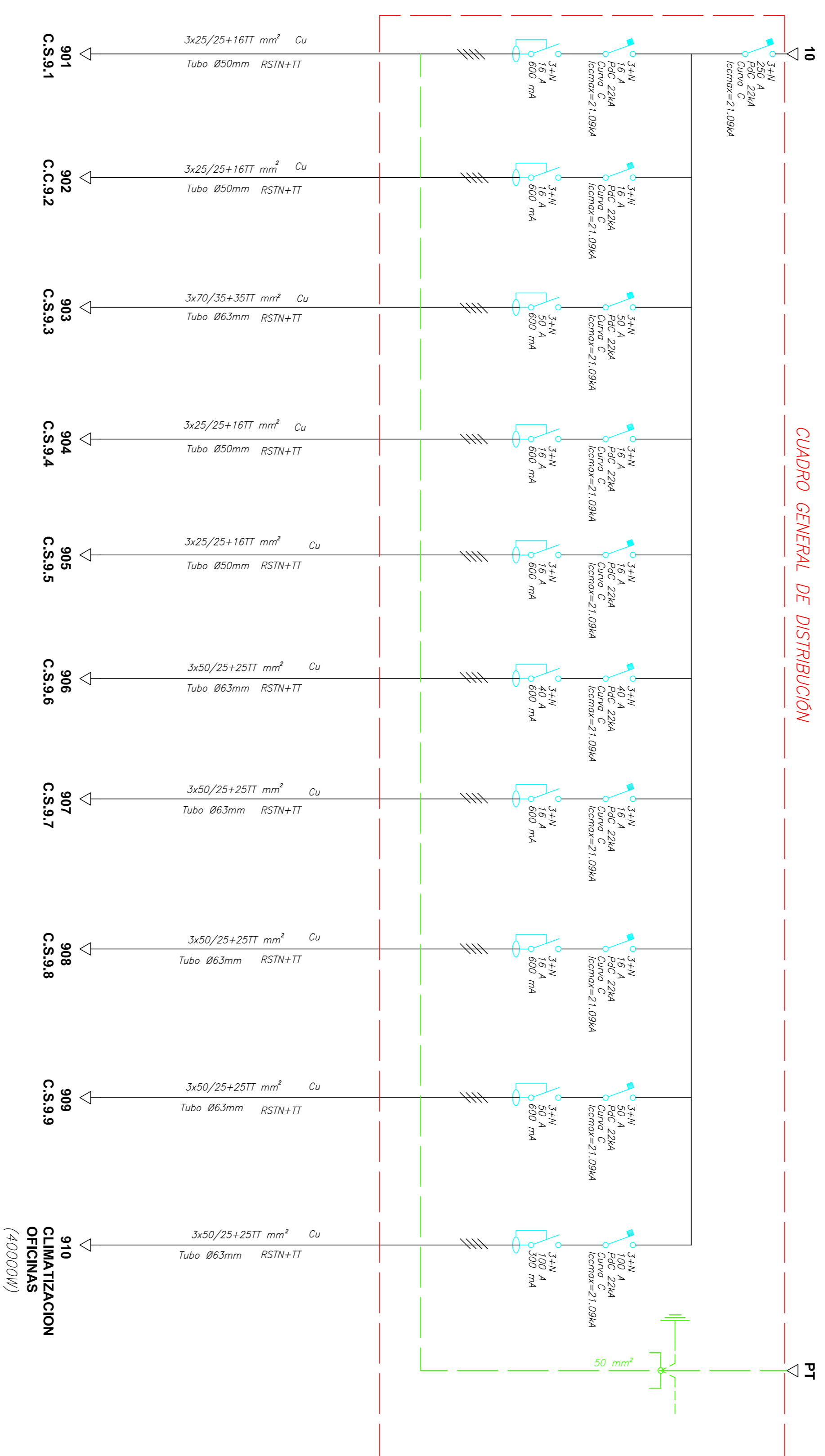
CUADRO SECUNDARIO 9.2



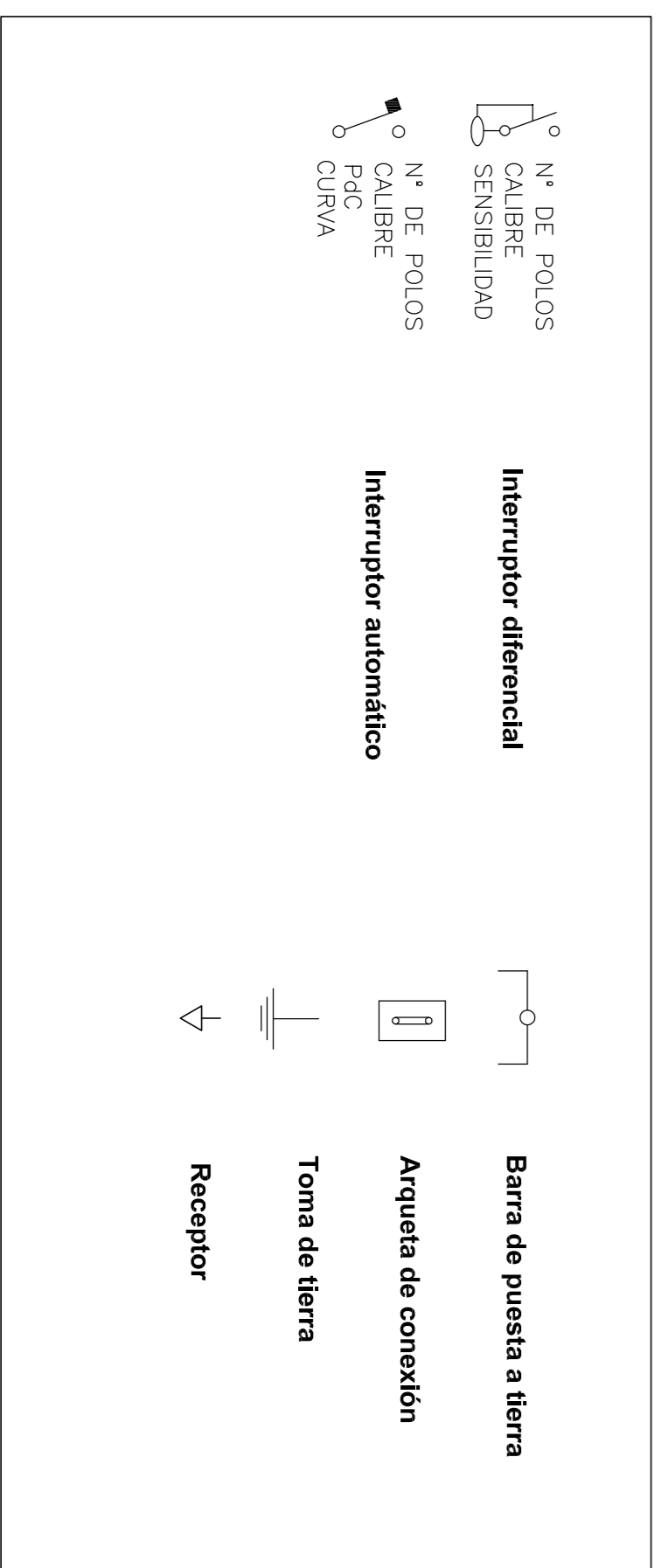
Leyenda:



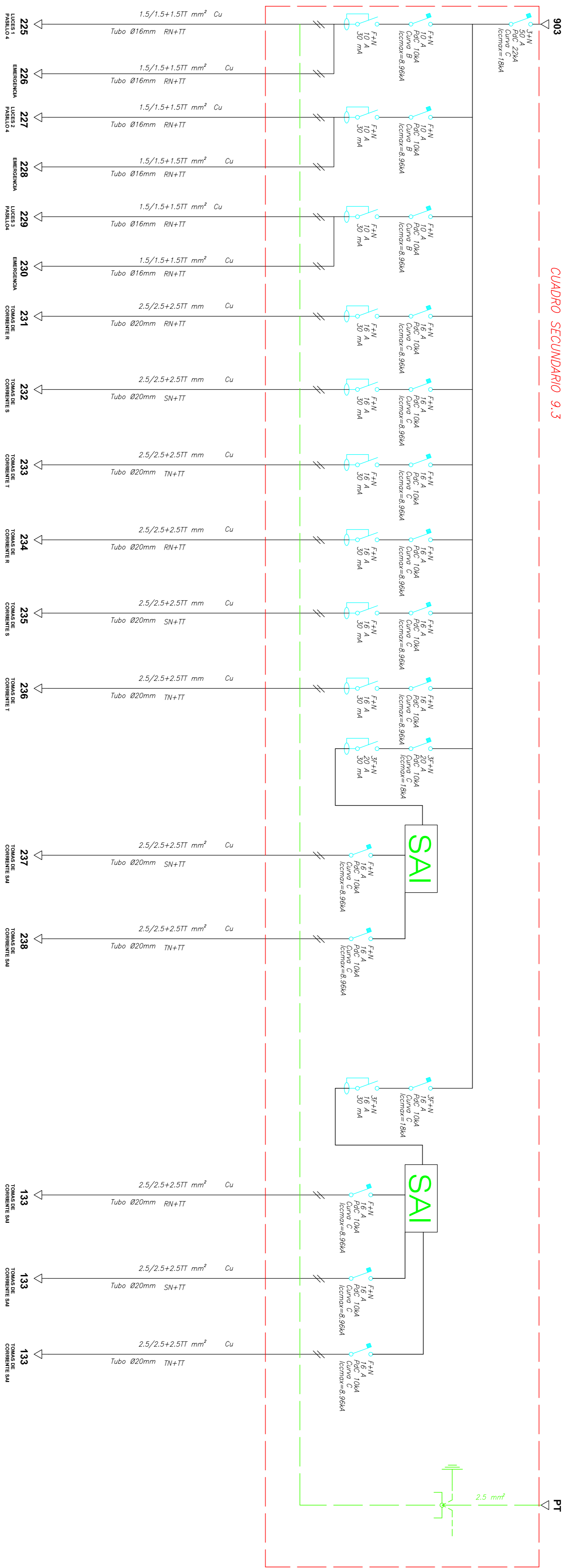
<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES</p>	<p>REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO</p>
<p>PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.2</p>	<p>FECHA: 7/2011</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: 17</p>



Legenda:



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO	
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9	FECHA: 7/2011	ESCALA: Nº PLANO: 15



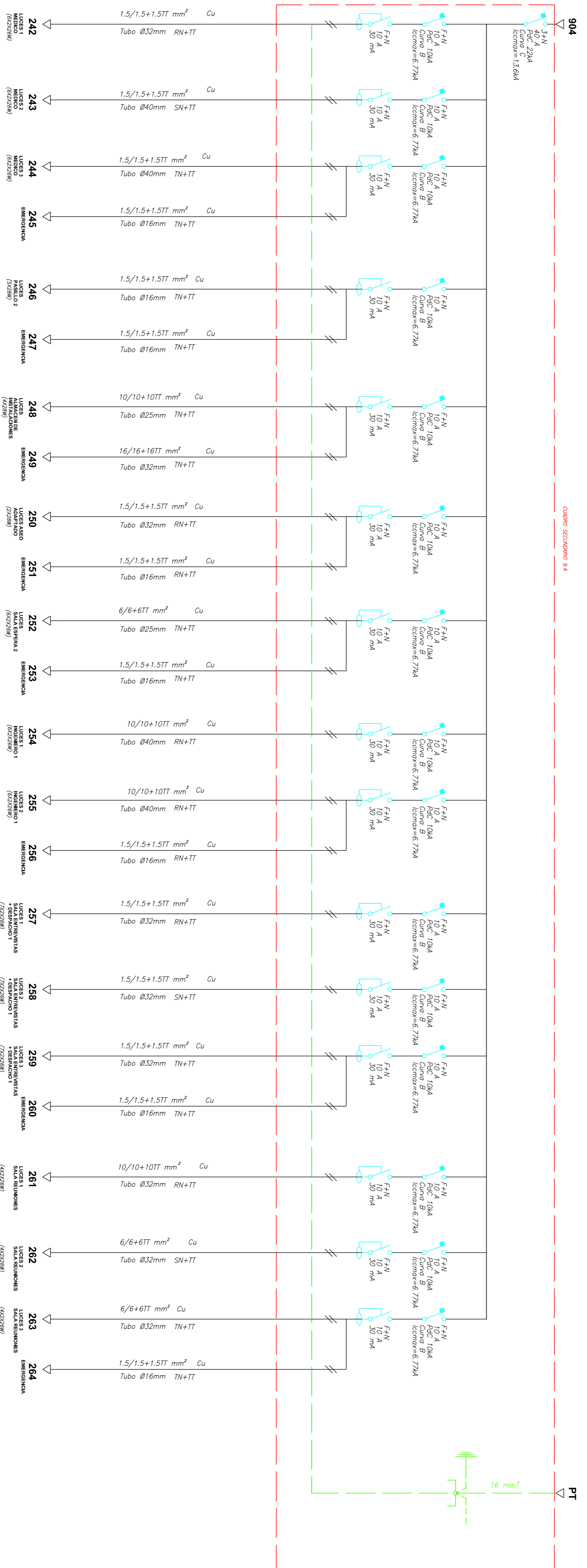
Legenda:

	Nº DE POLOS		Interruptor diferencial
	CALIBRE		Interruptor automático
	CALIBRE		Arqueta de conexión
	CALIBRE		Barra de puesta a tierra
	CALIBRE		Toma de tierra
	CALIBRE		Receptor

SAI

SISTEMA DE ALIMENTACION ININTERRUMPIDA

Universidad Pública de Navarra Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico	E.T.S.I.I.T.
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.3	FECHA: 7/2011
ESCALA: 18	N° PLANO: 18

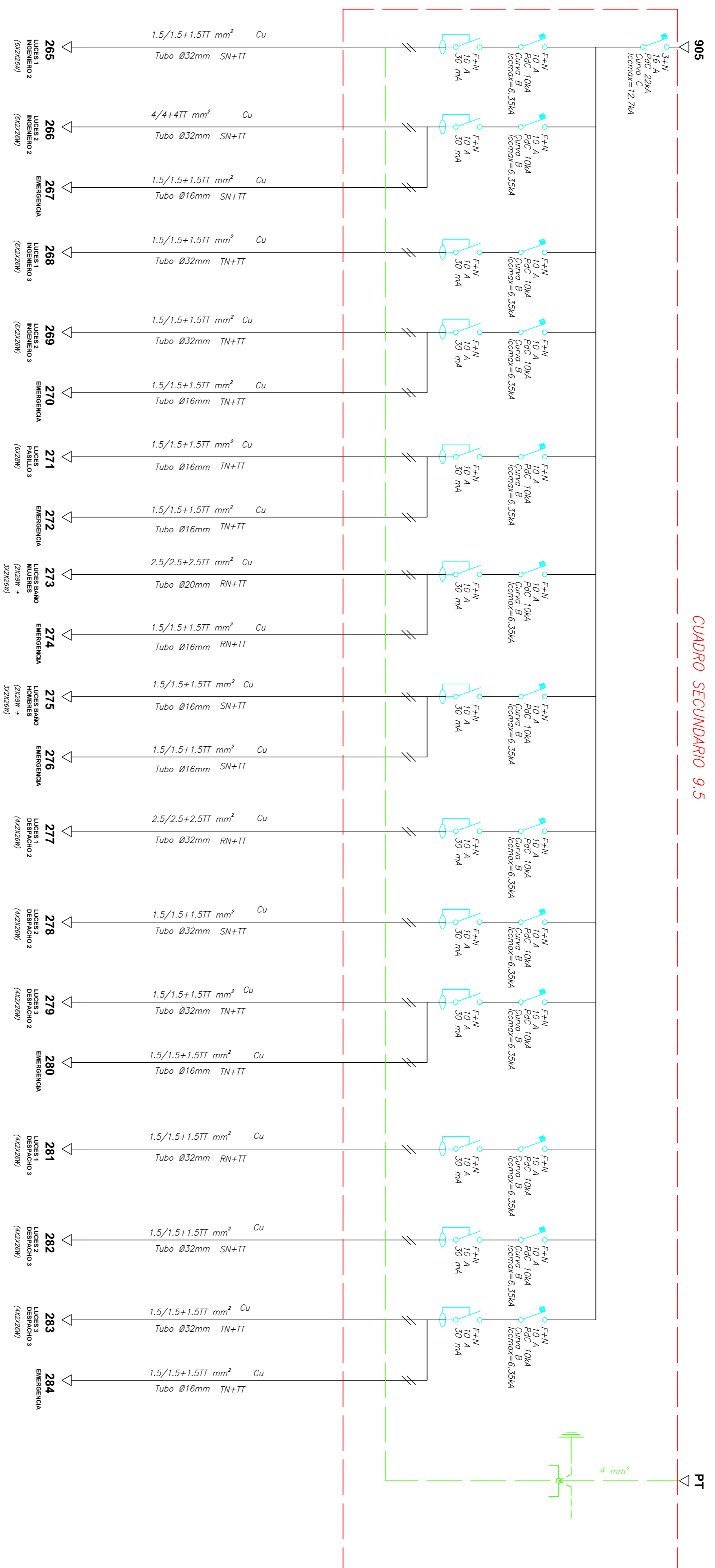


CUADRO SECUNDARIO 9.4

Leyenda:

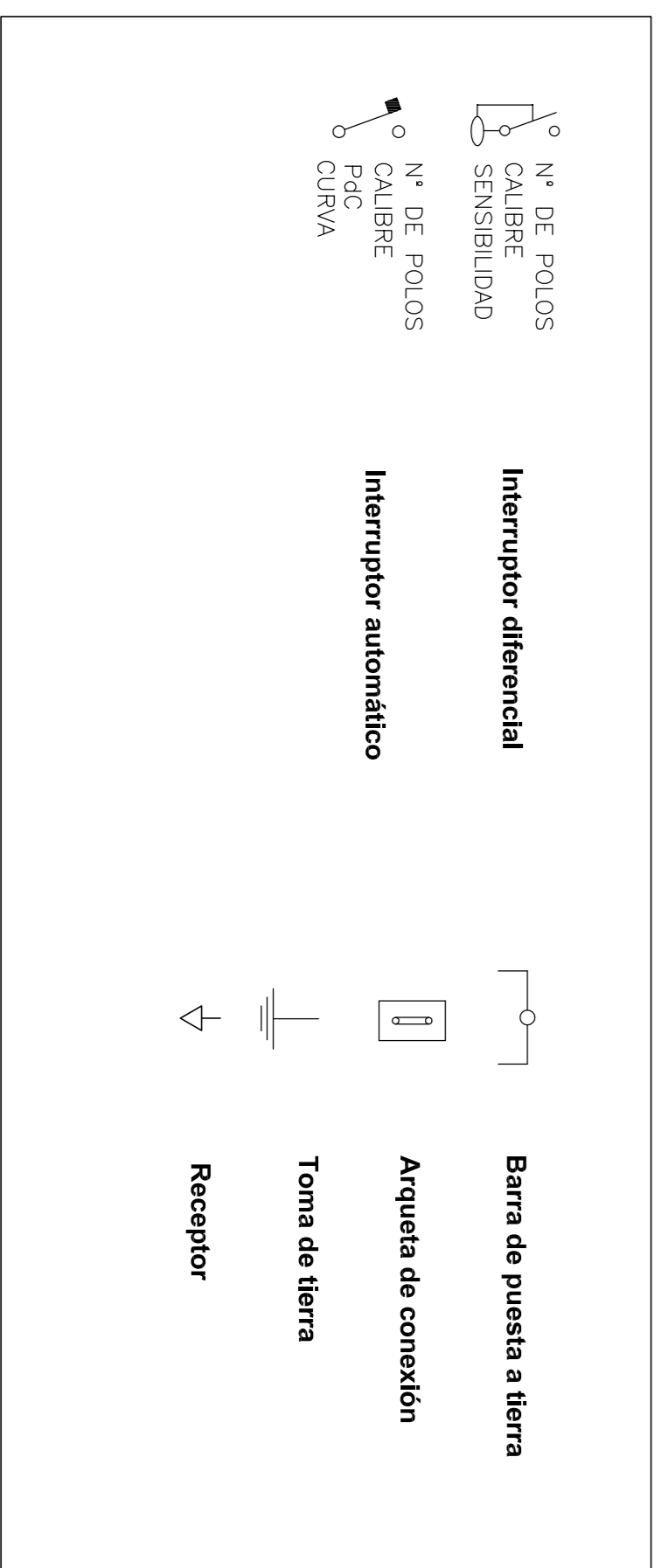
	Nº DE POLOS CALIBRE SENSIBILIDAD		Interruptor diferencial
	Nº DE POLOS CALIBRE FID CONVA		Interruptor automático
	Barra de puesta a tierra		Arqueta de conexión
	Toma de tierra		Receptor

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO PROYECTOS E ING. RURAL	
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO	
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.4	FECHA: 7/2011	ESCALA: 19

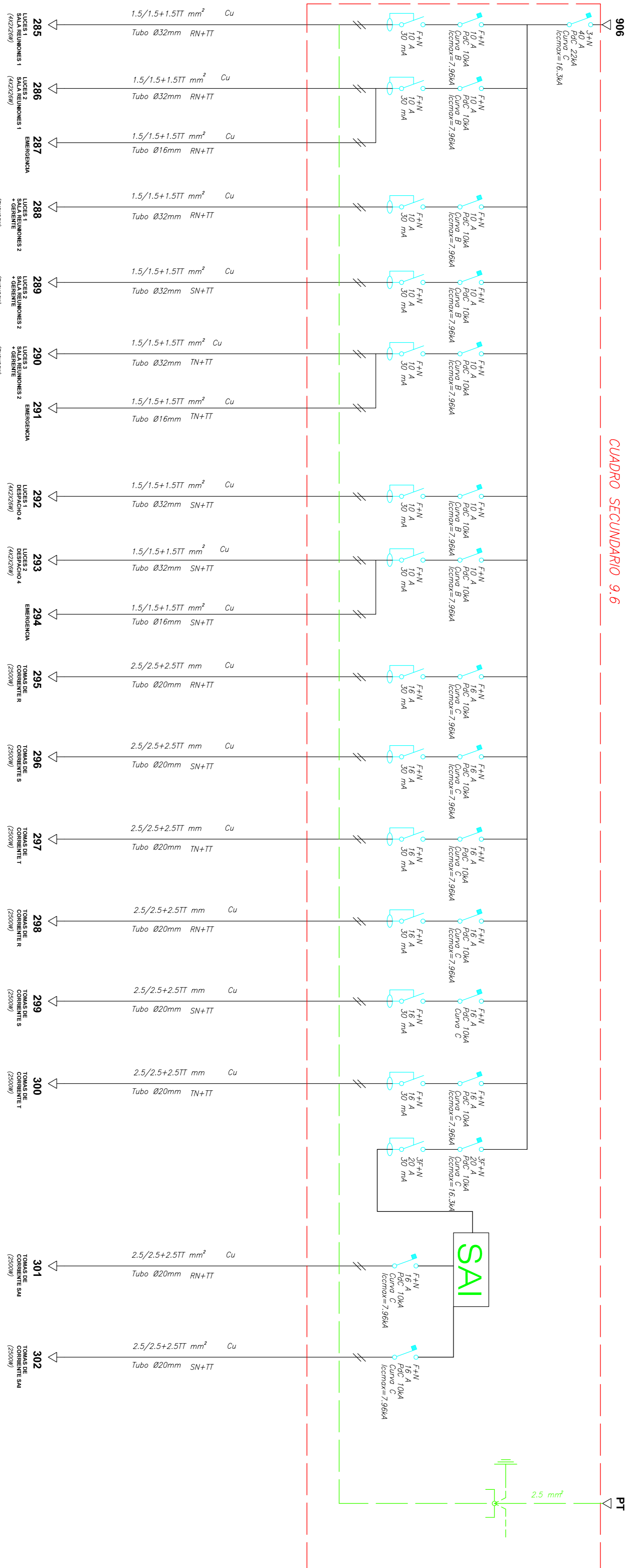


CUADRO SECUNDARIO 9.5

Leyenda:



Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Técnica Industrial Eléctrica		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES		REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO	
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.5		FECHA: 7/2011	ESCALA: 20



CUADRO SECUNDARIO 9.6

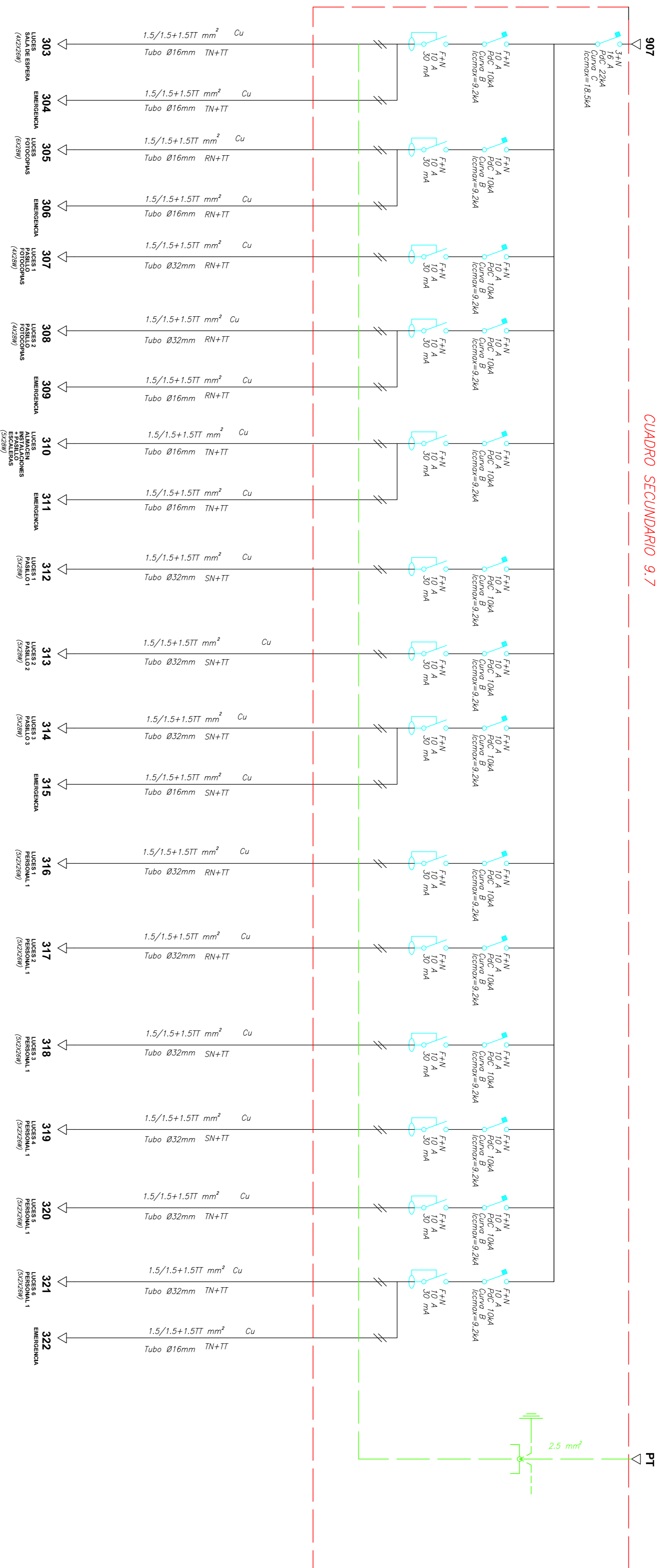
Legenda:

	Nº DE POLOS		Interruptor diferencial
	CALIBRE		Interruptor automático
	SENSIBILIDAD		Barra de puesta a tierra
	Nº DE POLOS		Arqueta de conexión
	CALIBRE		Toma de tierra
	SENSIBILIDAD		Receptor

SISTEMA DE ALIMENTACION ININTERUMPIDA

Universidad Pública de Navarra Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico	E.T.S.I.I.T.
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.6	FECHA: 7/2011
ESCALA:	Nº PLANO: 21

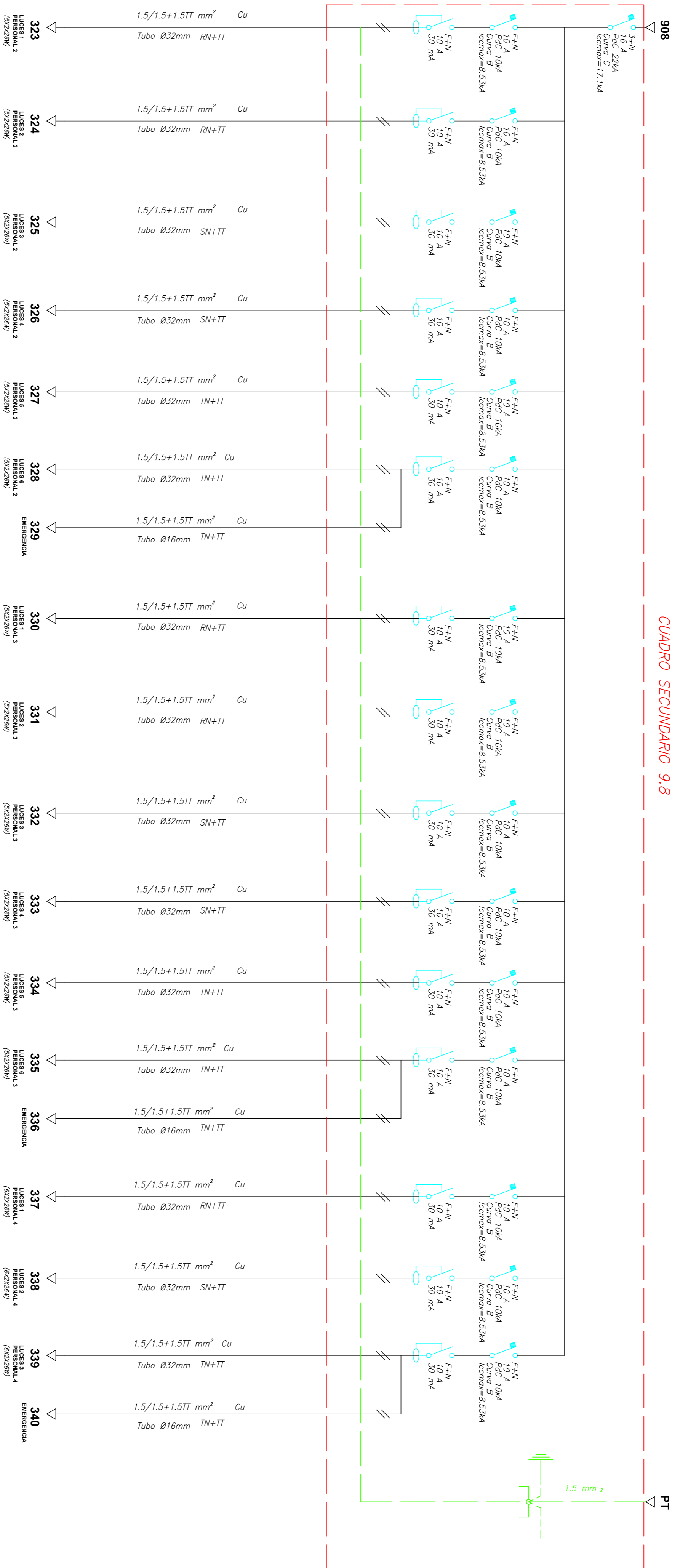
CUADRO SECUNDARIO 9.7



Leyenda:

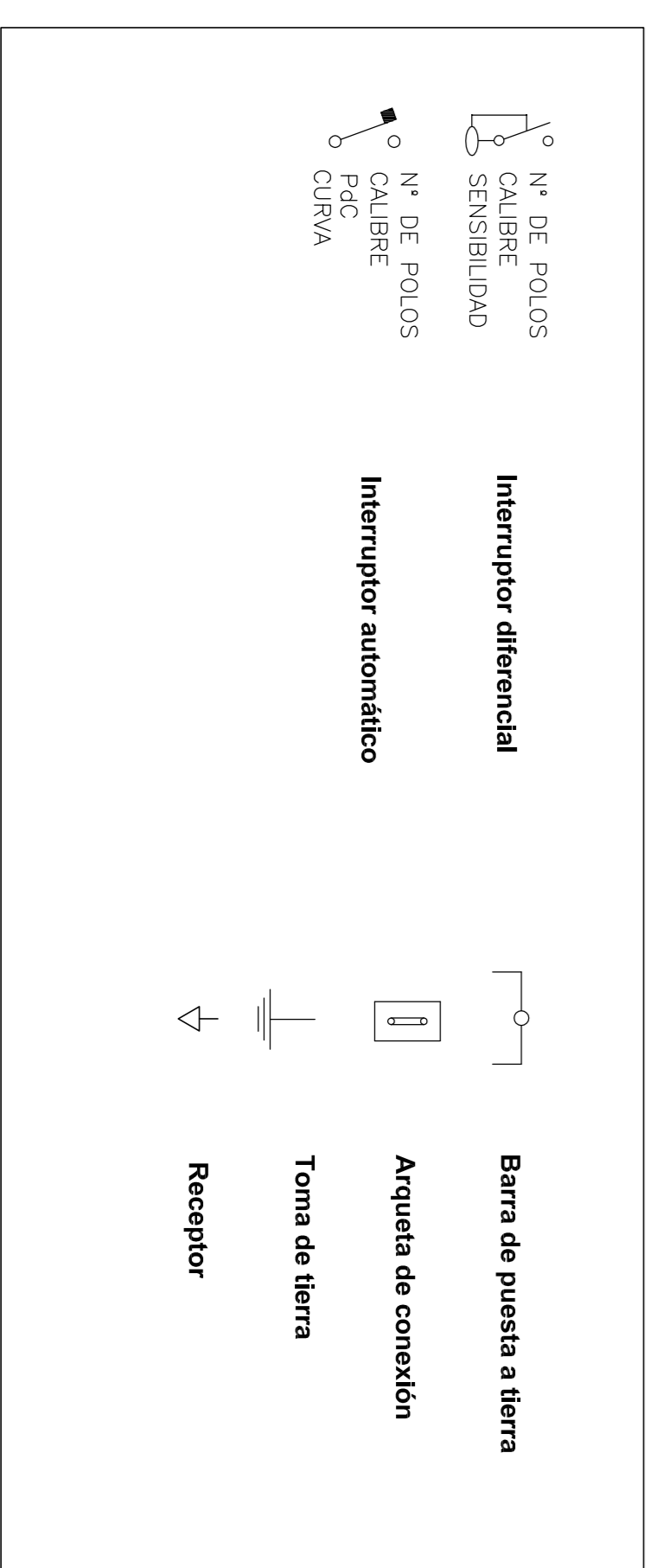
	Nº DE POLOS		Interruptor diferencial
	CALIBRE		Interruptor automático
	SENSIBILIDAD		Barra de puesta a tierra
	Nº DE POLOS		Arqueta de conexión
	CALIBRE		Toma de tierra
	SENSIBILIDAD		Receptor

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES</p>	<p>REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO</p>
<p>PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.7</p>	<p>FIRMA:</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: 22</p>

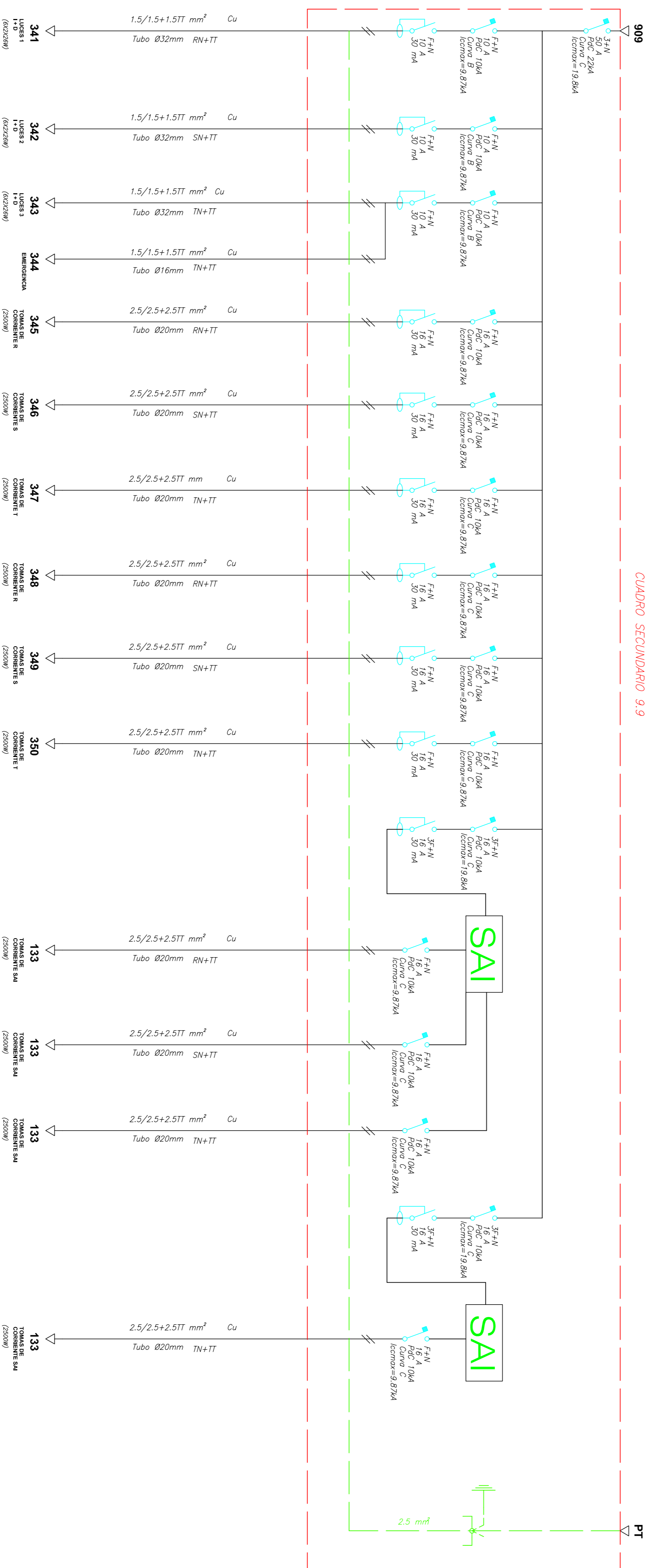


CUADRO SECUNDARIO 9.8

Leyenda:



Universidad Pública de Navarra Departamento Universitario Pública	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ELECTRICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ,ROBERTO
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.8	FECHA: 7/2011	ESCALA: N°PLANO: 23



CUADRO SECUNDARIO 9.9

Legenda:

	Nº DE POLOS CALIBRE SENSIBILIDAD		Interruptor diferencial		Barra de puesta a tierra
	Interruptor automático		Arqueta de conexión		Toma de tierra
	Sistema de alimentación Interrumpida		Receptor		

Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Técnica Industrial Eléctrica	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO	DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL REALIZADO: COLOMO IBÁÑEZ, ROBERTO
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA FABRICA DE CONSERVAS VEGETALES	
PLANO: CUADRO SECUNDARIO 9.9	FECHA: 7/2011	ESCALA: N° PLANO: 24



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2011



PLIEGO DE CONDICIONES

<u>4.1 OBJETO</u>	3
<u>4.2 CONDICIONES GENERALES</u>	3
4.2.1 NORMAS GENERALES	3
4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN	3
4.2.4 RESCISIÓN	3
4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES	3
4.2.5 CONDICIONES GENERALES	3
<u>4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN</u>	4
4.3.1 DATOS DE OBRA	4
4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE	4
4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	4
4.3.4 PERSONAL	5
4.3.5 CONDICIONES DE PAGO	5
<u>4.4 CONDICIONES PARTICULARES</u>	6
4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES	6
4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO	6
4.4.3 PROTOTIPOS	6
<u>4.5 NORMATIVA GENERAL</u>	6
<u>4.6 CONDUCTORES</u>	7
4.6.1 MATERIALES	7
4.6.2 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CÁLCULO MECÁNICO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	8
4.6.2.1 INSTALACIONES DE CONDUCTORES AISLADOS	8
4.6.2.2 SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO	8
4.6.2.3 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO	9
4.6.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTES. CAÍDAS DE TENSIÓN	9
<u>4.7 RECEPTORES</u>	9
4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN	9
4.7.2 CONEXIONES DE RECEPTORES	10
4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN	10
4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN	11
4.7.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN	11

<u>4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES</u>	12
4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES	12
4.8.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	12
4.8.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	12
4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	12
4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN ..	12
<u>4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS</u>	13
4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS	13
4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	13
4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO	14
<u>4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES</u>	15
4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	15
4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN	15
4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES	16
4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA	16
4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS	16
<u>4.11 LOCAL</u>	17
4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL	17
<u>4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA</u>	18
<u>4.13 PUESTAS A TIERRA</u>	18
4.13.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA	18
4.13.2 DEFINICIÓN	18
4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA	19
4.13.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN	20
4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA	21
4.13.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES	21
4.13.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	22
4.13.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA	23

4.1 OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de la obra de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a la fabricación de conservas vegetales.

La nave está situada en la calle la dehesa s/n que se encuentra en la localidad de Miranda de Arga en las cercanías a la fabrica de conservas artesanas Marco.

4.2 CONDICIONES GENERALES

4.2.1 NORMAS GENERALES

Todas las instalaciones que se realicen en el desarrollo del presente proyecto, deberán cumplir lo preceptuado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como la reglamentación complementara, deberán cumplir el Reglamento Electrotécnico para Centros de Transformación de Iberdrola.

4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES

Se aplicarán estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

4.2.4 RESCISIÓN

Si la ejecución de las obras no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podrá proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

En este caso se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos. No se abandonarán los acopios que se hubieran efectuado.

4.2.5 CONDICIONES GENERALES

El contratista deberá cumplir cuantas disposiciones vigentes hubiera de carácter social y de protección a la empresa nacional.



4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

4.3.1 DATOS DE OBRA

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliegos de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiera, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando nave industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes.

- a) Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - Colocación de luminarias.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
 - Ejecución del centro de transformación.

4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrá ejecutarse con personal independiente del contratista.

4.3.4 PERSONAL

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.

4.3.5 CONDICIONES DE PAGO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto, y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso; pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho el contratista a abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta. Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y que por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista. Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.



4.4 CONDICIONES PARTICULARES

4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y la memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3 PROTOTIPOS

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

4.5 NORMATIVA GENERAL

a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular.

Producción, conservación, transformación, transmisión distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000 V para corriente alterna.

b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.

c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.

Nota: en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.

d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50 KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.

e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.

f) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

4.6 CONDUCTORES

4.6.1 MATERIALES

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 100 V. Y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de

menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la instrucción ITC BT 03.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

4.6.2 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CÁLCULO MECÁNICO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.6.2.1 INSTALACIONES DE CONDUCTORES AISLADOS

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 V:

- a) Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- b) Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 % de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no superior a 100 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la filtración de humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

4.6.2.2 SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- a) En distribución monofásica o de corriente continua:
 - A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.

- A tres hilos: hasta 16 mm^2 de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm^2 será de 16 mm^2 ; para secciones superiores a 35 mm^2 la mitad de la sección de los conductores de fase.

b) En distribuciones trifásicas:

- A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm^2 de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm^2 será de 16 mm^2 ; para secciones superiores a 35 mm^2 la mitad de la sección de los conductores de fase.

4.6.2.3 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes.

a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.

b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que sólo pueden ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.6.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTES. CAÍDAS DE TENSIÓN

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor de 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

4.7 RECEPTORES

4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

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

funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreesfuerzos siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción ITC BT 22. Se adoptarán las características intensidad – tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

4.7.2 CONEXIONES DE RECEPTORES

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la instrucción ITC BT 43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor móvil. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor móvil, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar.

Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0,9.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la instrucción ITC BT 09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1 KW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del reestablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a este.

4.7.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos, llevarán además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.8.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

4.8.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptores automáticos, diferenciales y fusibles.

4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad – tiempo adecuadas. Deberán cortar 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 entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro lateralmente.
- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

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

Clase A:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
 - 24 voltios en locales conductores.
 - 50 voltios en los demás casos.

- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

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

4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES

4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normal, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica.

Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización, falle o su tensión baje a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.



Cuando los locales o dependencias que deban eliminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES

- a) Con alumbrado de emergencia:

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

- b) Con alumbrado de señalización:

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 % de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el apartado 2.1 de esta instrucción.

4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidos por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.



4.11 LOCAL

4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales a los que afecten las presentes prescripciones cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan.

a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia los justifique.

b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él, el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la instrucción ITC BT 16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas, en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 15 A se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

c) El cuadro general de distribución, e igualmente los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.

d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores de los cuadros se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenezcan.

e) Las canalizaciones estarán constituidas por:

- Conductores aisladores, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000 V, armados colocados directamente sobre las paredes.

f) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior de un 10 % del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

4.13 PUESTAS A TIERRA

4.13.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

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

4.13.2 DEFINICIÓN

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



4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA

a) Toma de tierra:

Las tomas de tierra están constituidas por los elementos siguientes:

Electrodo: es una masa metálica, permanente en contacto con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defectos que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Línea de enlace con tierra: está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.

Punto de puesta a tierra: es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

b) Líneas principales de tierra:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

c) Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

d) Conductores de protección:

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas:

- Al neutro de la red.
- A otras masas.
- A elementos metálicos distintos de las masas.
- A un relé de protección.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones desde este.

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas a tierra no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

4.13.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objetivo de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno puedan utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

a) Picas verticales:

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25 mm. de diámetro exterior, como mínimo.
- Perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm. de lado, como mínimo.
- Barras de cobre o de acero de 14 mm. de diámetro, como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 metros si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, al menos a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a :

24 V en local o emplazamiento conductor.

50 V en los demás casos.

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno y varía también con la profundidad.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy apropiado de la resistencia de tierra del electrodo.

4.13.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

a) La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.

b) De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² o 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC BT 18 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se considerará que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC BT 18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicas las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos de forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma a tierra.

4.13.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($100 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

4.13.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté mas seco. Para ello se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años

Pamplona septiembre de 2011

Roberto Colomo Ibáñez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2011



PRESUPUESTO

Indice:

5.1 Capítulo 1: ACOMETIDA.....	3
5.1.1 Acometida.....	3
5.2 Capítulo 2: PROTECCIONES.....	4
5.2.1 Cuadro general de distribución.....	4
5.2.2 Cuadro secundario 1.....	6
5.2.3 Cuadro secundario 2.....	7
5.2.4 Cuadro secundario 3.....	8
5.2.5 Cuadro secundario 3.1.....	10
5.2.6 Cuadro secundario 3.2.....	11
5.2.7 Cuadro secundario 3.3.....	12
5.2.8 Cuadro secundario 4.....	13
5.2.9 Cuadro secundario 5.....	14
5.2.10 Cuadro secundario 6.....	15
5.2.11 Cuadro secundario 7.....	16
5.2.12 Cuadro secundario 8.....	17
5.2.13 Cuadro secundario 9.....	18
5.2.14 Cuadro secundario 9.1.....	19
5.2.15 Cuadro secundario 9.2.....	20
5.2.16 Cuadro secundario 9.3.....	21
5.2.17 Cuadro secundario 9.4.....	22
5.2.18 Cuadro secundario 9.5.....	23
5.2.19 Cuadro secundario 9.6.....	24
5.2.20 Cuadro secundario 9.7.....	25
5.2.21 Cuadro secundario 9.8.....	26
5.2.22 Cuadro secundario 9.9.....	27
5.2.23 Resumen Protecciones.....	28
5.3 Capítulo 3: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.....	29
5.3.1 Conductores.....	29
5.3.2 Tubos	31
5.3.3 Canalizaciones.....	32
5.3.4 Resumen capítulo 3.....	33
5.4 Capítulo 4: PUESTA A TIERRA.....	33



5.5 Capitulo 5: ALUMBRADO.....	34
5.5.1 Alumbrado interior.....	34
5.5.2 Alumbrado de emergencia.....	35
5.5.3 Resumen capitulo 5.....	35
5.6 Tomas y elementos varios.....	36
5.7 Capitulo 7: CENTRO DE TRANSFORMACION.....	37
5.7.1 Obra civil.....	37
5.7.2 Caseta del cetro.....	37
5.7.3 Transformador.....	38
5.7.4 Aparamenta de media tension	38
5.7.5 Equipo de baja tension.....	40
5.7.6 Puesta a tierra del centro de tansformacion.....	41
5.7.7 Resumen capitulo 7.....	42
5.8 Capitulo 8: COMPENSACION DE LA ENERGIA REACTIVA.....	42
5.9 Capitulo 9: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	43
5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACION.....	46

5.1 Capítulo 1: ACOMETIDA**5.1.1 Acometida**

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros	Cable RZ1-K 0.6/1 KV Flexible Marca: PRYSMIAN 3x240 mm ² cobre	333	89.37	29760.21
Metros	Cable RZ1-K 0.6/1 KV Flexible Marca: PRYSMIAN 3x120 mm ² cobre	111	44.78	4970.58
Metros	Tubo de PVC corrugado de doble pared, de 225 mm de diámetro, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N.	37	5.25	194.25
Metros	Zanja sobre tierra de 40x70 cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	37	3.15	116.55
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	190.37	190.37
TOTAL				35231.96

5.2 Capítulo 2: PROTECCIONES

5.2.1 Cuadro general de distribución

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08306	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 700 A	1	3852.41	3852.41
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 250 A	1	1376.78	1376.78
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 200 A	2	1273.15	2546.3
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 160 A	1	886.89	886.89
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 100 A	1	656.31	656.31

Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 50 A	1	112.10	112.10
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 40 A	1	70.23	70.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 32 A	2	57.54	115.08
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 25 KA, Curva C III+N Calibre: 20 A	1	51.56	51.56
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: Transformador toroidal con relé incorporado, con sensibilidad 0.03...3 A.	9	347.78	3130.02
Unidades	Interruptor diferencial 4P Calibre: 200 A Sensibilidad: 300 mA	1	478.25	478.25
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				13795.33

5.2.2 Cuadro secundario 1

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08306	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III+N Calibre: 50 A	1	158.64	158.64
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 10 A	6	35.07	210.42
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600mA	6	378.55	2271.3
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 16 A	3	35.66	106.99
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	3	378.55	1135.65
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B III	7	59.74	418.18

	Calibre: 16 A			
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	7	395.17	2766.19
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				7586.77

5.2.3 Cuadro secundario 2

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III+N Calibre: 100 A	1	973.80	973.80
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 10 A	18	35.07	631.26
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600mA	18	378.55	6813.9
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B	3	35.66	106.98

	I+N Calibre: 16 A			
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	3	378.55	1135.65
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B III Calibre: 16 A	9	59.74	537.66
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	9	395.17	3556.53
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				14308.01

5.2.4 Cuadro secundario 3

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III+N Calibre: 160 A	1	1501.63	1501.63

Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 10 A	3	58.53	175.59
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 16 A	3	59.74	179.22
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 20 A	1	61.44	61.44
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 25 A	2	62.62	125.24
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 100 A	1	716.25	716.25
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	10	395.17	3951.7
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				7230.47

5.2.5 Cuadro secundario 3.1

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III+N Calibre: 20 A	1	86.63	86.63
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 6 A	2	57.56	115.12
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	2	395.17	790.34
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 10 A	1	58.53	58.53
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	1	395.17	395.17
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				1965.19

5.2.6 Cuadro secundario 3.2

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III+N Calibre: 100 A	1	973.80	973.80
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 6 A	5	57.56	287.8
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 20 A	2	61.44	122.88
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 40 A	1	79.71	79.71
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	8	395.17	3161.36
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				5144.95

5.2.7 Cuadro secundario 3.3

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III+N Calibre: 25 A	1	90.62	90.62
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 6 A	4	57.56	230.24
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	4	395.17	1580.68
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III Calibre: 16 A	1	59.74	59.74
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	1	395.17	395.17
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				2875.28



5.2.8 Cuadro secundario 4

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III Calibre: 200 A	1	1299.78	1299.78
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III Calibre: 16 A	3	209.74	629.22
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III Calibre: 25 A	1	212.62	212.62
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III Calibre: 125 A	1	875.32	875.32
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	4	395.17	1580.68
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: 125 A Sensibilidad: regulable de 30	1	402.83	402.83

	a 600 mA			
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				5519.85

5.2.9 Cuadro secundario 5

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III+ N Calibre: 20 A	1	86.63	86.63
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 10 A	7	35.07	245.49
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 16 A	3	35.66	106.98
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	10	378.55	3785.5

Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				4744.0

5.2.10 Cuadro secundario 6

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 40 A	1	86.63	86.63
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 10 A	11	35.07	385.77
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 16 A	5	35.66	178.3
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	15	378.55	5678.25
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				6848.35

5.2.11 Cuadro secundario 7

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 32 A	1	243.71	243.71
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 10 A	12	35.07	420.84
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 16 A	3	35.66	106.98
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	15	378.55	5678.25
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III Calibre: 16 A	2	209.74	419.48
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A	2	395.17	790.34

	Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA			
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				8179

5.2.12 Cuadro secundario 8

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva C III+ N Calibre: 32 A	1	93.71	93.71
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 10 A	8	35.07	280.56
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+N Calibre: 16 A	3	35.66	106.98
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	11	378.55	4164.05

Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III Calibre: 16 A	2	209.74	419.48
Unidades	Interruptor diferencial 3P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	2	395.17	790.34
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				6374.52

5.2.13 Cuadro secundario 9

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 23 módulos, de medida: 1250x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	369.40	369.40
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 250 A	1	1376.78	1376.78
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 40 A	1	266.77	266.77
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA,	2	308.64	617.28

	Curva C III+ N Calibre: 50 A			
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 100 A	1	973.80	973.80
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+N Calibre: 16 A	6	234.31	1405.84
Unidades	Interruptor diferencial 4P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	10	402.83	4028.3
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				9188.17

5.2.14 Cuadro secundario 9.1

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 40 A	1	266.77	266.77

Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	15	35.07	526.05
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	15	378.55	5678.25
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				7023.3

5.2.15 Cuadro secundario 9.2

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 16 A	1	234.31	234.31
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	16	35.07	561.12
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A	16	378.55	6056.8

	Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA			
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				7404.46

5.2.16 Cuadro secundario 9.3

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 50 A	1	308.64	308.64
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	3	35.07	105.21
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 16 A	13	35.66	463.58
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	11	378.55	4164.05

Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				5593.71

5.2.17 Cuadro secundario 9.4

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 40 A	1	266.77	266.77
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	15	35.07	526.05
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	15	378.55	5678.25
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				7023.3

5.2.18 Cuadro secundario 9.5

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 16 A	1	234.31	234.31
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	13	35.07	455.91
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	13	378.55	4921.15
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				6163.6

5.2.19 Cuadro secundario 9.6

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 40 A	1	266.77	266.77
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	7	35.07	245.49
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 16 A	9	35.66	320.94
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	14	378.55	5299.7
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				6685.13

5.2.20 Cuadro secundario 9.7

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 16 A	1	234.31	234.31
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	14	35.07	490.98
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	14	378.55	5299.7
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				6577.22

5.2.21 Cuadro secundario 9.8

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 16 A	1	234.31	234.31
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	15	35.07	526.05
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	15	378.55	5678.25
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				6990.84

5.2.22 Cuadro secundario 9.9

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 33 módulos, de medida: 1250x800x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra	1	402.23	402.23
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 22 KA, Curva C III+ N Calibre: 50 A	1	308.64	308.64
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 10 A	3	35.07	105.21
Unidades	Interruptor automático Marca: Merlin Gerin Poder de Corte: 10 KA, Curva B I+ N Calibre: 16 A	12	35.66	427.92
Unidades	Interruptor diferencial 2P Calibre: regulable de 1 a 100 A Sensibilidad: regulable de 30 a 600 mA	11	378.55	4164.05
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	150.0	150.0
Total				5558.05



5.2.23 Resumen protecciones

PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO II	IMPORTE
Cuadro general de Distribucion	13795.33
Cuadro secundario N°1	7586.77
Cuadro secundario N°2	14308.01
Cuadro secundario N°3	7230.47
Cuadro secundario N°3.1	1965.19
Cuadro secundario N°3.2	5144.95
Cuadro secundario N°3.3	2875.28
Cuadro secundario N°4	5519.85
Cuadro secundario N°5	4744.0
Cuadro secundario N°6	6848.35
Cuadro secundario N°7	8179
Cuadro secundario N°8	6374.52
Cuadro secundario N°9	9188.17
Cuadro secundario N°9.1	7023.3
Cuadro secundario N°9.2	7404.46
Cuadro secundario N°9.3	5593.71
Cuadro secundario N°9.4	7023.3
Cuadro secundario N°9.5	6163.6
Cuadro secundario N°9.6	6685.13
Cuadro secundario N°9.7	6577.22
Cuadro secundario N°9.8	6990.84
Cuadro secundario N°9.9	5558.05
TOTAL	152779.5

5.3 Capítulo 3: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

5.3.1 Conductores

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 35 mm ² cobre	10.77	11.32	121.91
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 16 mm ² cobre	10.77	5.05	54.38
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 10 mm ² cobre	5.24	3.64	19.07
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 6 mm ² cobre	669.59	2.50	1673.97
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 4 mm ² cobre	1045.29	2.16	2257.82
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 2.5 mm ² cobre	1614.2	1.86	3002.41
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 1.5 mm ² cobre	630.01	1.53	963.91
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 95 mm ² cobre	5	23.52	117.6
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 70 mm ² cobre	263.64	14.46	3812.23
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible	600.26	12.32	7395.20

	Marca: Prysmian 50 mm ² cobre			
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 35 mm ² cobre	1092.22	10.23	11173.41
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 25 mm ² cobre	1543.78	7.52	11609.22
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 16 mm ² cobre	418.76	4.02	1683.41
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 10 mm ² cobre	819.42	2.64	2163.26
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 6 mm ² cobre	541.6	2.31	1251.09
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 4 mm ² cobre	171.78	2.19	376.20
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 2.5 mm ² cobre	5550.38	1.10	6105.42
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 1.5 mm ² cobre	17663.92	0.44	7772.12
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	2500	2500
Total				64052.63

5.3.2 Tubos

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 16 mm de color negro, temperatura instalación 20° C.	5902.38	0.25	1475.6
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 20 mm de color negro, temperatura instalación 20° C	2232.25	0.45	1004.51
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 32 mm de color negro, temperatura instalación 20° C	2200	0.55	1210
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 40 mm de color negro, temperatura instalación 20° C	352.3	0.65	228.99
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 50 mm de color negro, temperatura instalación 20° C	400	0.75	300
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 63mm de color negro, temperatura instalación 20° C	425	0.95	403.75
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 90 mm de color negro, temperatura	120	1.05	126

	instalación 20° C			
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 110 mm de color negro, temperatura instalación 20° C	111	1.25	138.75
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de Φ 125 mm de color negro, temperatura instalación 20° C	10	1.45	14.5
Metros	Tubo rígido de PVC, de Φ 16 mm incluido fijaciones y material complementario	513	3.20	1641.6
Metros	Tubo rígido de PVC, de Φ 20 mm incluido fijaciones y material complementario	513	4.10	2103.3
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	1000	1000
Total				9647

5.3.3 Canalizaciones

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros	Bandeja perforada de acero Marca: Pemsas de 60x100 Con material para fijación	521	9.90	5157.9
Metros	Bandeja perforada de acero Marca: Pemsas de 60x300 Con material para fijación	170	7.49	1273.13
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	250	250
Total				6681.03

5.3.4 Resumen: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

Presupuesto total CAPITULO 3	IMPORTE
Conductores	64052.63
Tubos	9647
Canalizaciones	6681.03
Total	80380.66

5.4 Capitulo 4: PUESTA A TIERRA

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Pica de 2 m de longitud de acero/cobre. Incluido soldadura aluminotermica CADWELL a la red de tierra, otros accesorios y mano de obra	8	12.32	98.56
Unidades	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25cm y 80 cm de profundidad. Incluido mano de obra	8	26.27	210.16
Unidades	Red de tierra constituida con cable desnudo de 50 mm ² de seccion incluida parte proporcional a la soldadura aluminotermica CADWELL, a la estructura metalica, empalmes y mano de obra.	293	6.15	1801.95
Unidades	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST- 50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluido accesorios y mano de obra	1	25.87	25.87
Total				2136.54

5.5 Capítulo 5: ALUMBRADO

5.5.1 Alumbrado

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Down light Havells Sylvania SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL). Incluida mano de obra	564	70.12	39547.68
Unidades	Lámparas de descarga Havells Sylvania SBH-S 250W HSL-SC. Incluida mano de obra	127	279.0	35433
Unidades	Fluorescente empotrado Philips TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI. Incluida mano de obra	94	63.2	5940.8
Unidades	Down Light Philips FBS 280 2XPL-T/4P57W/840 HFP C PI WH. Incluida mano de obra.	9	102.3	920.7
Unidades	Fluorescente montaje superficial Philips TCS 640 1x35W/840 HFP C8 ALU. Incluida mano de obra	58	50.2	2911.6
Unidades	Fluorescentes estancas Philips TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65. Incluida mano de obra	16	55.95	895.2
Total				85648.98

5.5.2 Alumbrado de emergencia

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	LEGRAND Ref. B65 61561 6W	121	59.84	7240.64
Unidades	LEGRAND Ref. B65 61563 6W	39	64.32	2508.48
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	60.0	60.0
Total				9809.12

5.5.3 Resumen Capitulo 5: ALUMBRADO

Presupuesto total CAPITULO 5	IMPORTE
Alumbrado interior	85648.98
Alumbrado de emergencia	9809.12
Total	95458.1

5.6 Capítulo 6: TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Toma de corriente monofasica 16 A con caja de empotrar, 230 V. Marca NIESSSEN	363	9.48	3441.24
Unidades	Toma de corriente trifasica 16 A con caja de empotrar, 230 V. Marca NIESSSEN	28	12.13	339.64
Unidades	Mecanismo interruptor unipolar 10A/250V. Marca: NIESSSEN	143	4.14	592.02
Unidades	Mecanismo interruptor conmutador 10A/250V. Marca: NIESSSEN	86	4.36	374.96
Unidades	Mecanismo interruptor de cruzamiento 10A/250V. Marca: NIESSSEN	55	7.98	438.9
Unidades	Caja de empalme y derivación de poliéster superficial rectangular de dimensiones 100x100x55 mm, de Legrand	290	2.18	632.2
Unidades	Caja de empalme y derivación de poliéster superficial rectangular de dimensiones 180x140x86 mm, de Legrand	30	5.12	153.6
Unidades	Caja de empalme y derivación de poliéster superficial circular de 60mm de diametro de Legrand	95	1.01	95.95
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	120.0	120.0

Total				6188.51
--------------	--	--	--	----------------

5.7 Capítulo 7: CENTRO DE TRANSFORMACION

5.7.1 Obra Civil

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros cubicos	Excavación de foso para alojar el edificio prefabricado, apertura por medios mecánicos, en cualquier tipo de terreno, de 5,26m de largura, 3,18 m de anchura y 0,56 m de profundidad, retirada productos de la excavación y transporte a vertedero. Incluido accesorios y mano de obra.	9.36	855	8002.8
Total				8002.8

5.7.2 Caseta del centro

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros cubicos	Edificio de hormigón prefabricado Marca: ORMAZABAL Modelo: PFU-4. Incluyendo transporte y montaje	1	8360.07	8360.07
Total				8360.07

5.7.3 Transformador

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros cubicos	Transformador trifásico de 800KVA 24 KV / 420 V Conexionado Dyn 11 Marca: Cotradis (Ormazabal) Peso: 2260 Kg, longitud: 1780 mm, anchura 1080 mm, altura 1395 mm. Incluyendo transporte y montaje	1	15600	15600
Total				15600

5.7.4 Aparamenta de media tension

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	CELDA DE LÍNEA DE ENTRADA: Celda CGM-CML-24 Marca: ORMAZABAL. Celda dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto del celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión. Características eléctricas: Vn = 24 kV, In = 400 A Características físicas: Ancho = 370 mm, Alto = 1800 mm, Fondo = 850 mm, Peso = 135 Kg.	1	1245	1245

	Se incluye en el precio: transporte, montaje y conexión.			
Unidades	<p>CELDA DE MEDIDA:</p> <p>Celda CGM-CMM-24 Marca: ORMAZABAL. Tensión. Características eléctricas: Vn = 24 KV. Características físicas: Ancho = 800 mm, Alto = 1800 mm, Fondo = 1025 mm, Peso = 180 Kg. Se incluye en el precio: transporte, montaje y conexión.</p>	1	4960	4960
Unidades	<p>CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES:</p> <p>Celda CGM-CMP-F-24 Marca: ORMAZABAL. Características eléctricas: Vn = 24 kV, In = 400 A Características físicas: Ancho = 420 mm, Alto = 1800 mm, Fondo = 850 mm, Peso = 125 Kg. Incluye tres fusibles limitadores de 24 KV y 63 A. Se incluye en el precio: transporte, montaje y conexión.</p>	1	4050	4050
Total				10255

5.7.5 Equipo de baja tension

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: UK510SE con puerta metálica (14 módulos). Dimensiones: 335 x 350 x 95 30 % de reserva.	1	29.20	29.20
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S502C16, poder de corte 50 KA, calibre 16 A, Bipolar. Curva: C.	4	100.02	400.08
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 30 mA, 40 A, Bipolar.	1	37.73	37.73
Unidades	Luminaria Philips, modelo TBS 315 1xTL5-35W/840 HFP ODPI.	2	147	294
Unidades	Lámpara fluorescentes Philips, modelo MASTER TL-Dsuper 80 36W/830 G13.	2	4.62	9.24
Unidades	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x2.5 mm ²) Cobre	11	2.04	22.44
Unidades	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x1.5 mm ²) Cobre	22	1.44	31.68
Unidades	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de 16 mm de color negro, temperatura máxima de instalación 20° C.	15	0.25	3.75

Unidades	Luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO, BLOQUE S-60, 4W.	1	24.57	24.57
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	42.63	42.63
Total				895.32

5.7.6 Puesta a tierra del centro

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Tierra de protección del centro de transformación realizada en anillo de 5 x 3 m a 0.8 m de profundidad con conductor desnudo de cobre de 50 mm ² y 8 picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 8 metros de largo. Incluso línea de tierra interior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . Incluso arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluso soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada.	1	980	980
Unidades	Tierra de servicio realizada en hilera con 21 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm ² uniendo 8 picas de 14 mm de diámetro y 2m de longitud separada 3 m entre sí a 0.8 m de profundidad, unido al	1	590	590

	centro de transformación por conductor de cobre de 50 mm ² RV-K 0.6/1 KV. Incluso arqueta de registro y caja de seccionamiento. Incluso elementos de conexión. Totalmente instalado y conexionado.			
Total				1570

5.7.7 Resumen capítulo 7: CENTRO DE TRANSFORMACION

PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO 7	IMPORTE
OBRA CIVIL	8002.8
CASETA DEL CENTRO	8360.07
TRANSFORMADOR	15600
APARAMENTA DE MEDIA TENSION	10255
EQUIPO DE BAJA TENSION	895.32
PUESTA A TIERRA DEL CENTRO	1570
TOTAL	44683.19

5.8 Capítulo 8: COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Batería de compensación automática, 120 KVar. Marca: MERLÍN GERIN Modelo: RECTIMAT 2 estándar, 400V.	1	3490	3490
Total				3490

5.9 Capítulo 9: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, amortizable en 5 usos.	2	3,73	7,46
Unidades	Arnés de seguridad con amarre dorsal + amarre torsal + amarre lateral, acolchado y cinturón giro 180° para trabajos de electricidad, fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable, amortizable en 5 obras. Certificado CE.	2	54,45	108,9
Unidades	Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje.	1	3,43	3,43
Unidades	Señal triangular y soporte Señal de seguridad triangular de L= 70 cm, normalizada, con trípode tubular, amortizable en 5 usos, colocación y desmontaje según RD. 485/97.	1	15,96	15,96
Unidades	Gafas contra impactos Gafas protectoras contra impactos, incoloras, amortizables en 3 usos.	2	3,14	6,28
Unidades	Gafas antipolvo Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, amortizables	2	0,81	1,62

	en 3 usos.			
Unidades	Cascos protectores auditivos Protectores auditivos con arnés a la nuca, amortizables en tres usos. Certificado CE.	2	3,12	6,24
Unidades	Juego de tapones antirruído de silicona ajustables. Certificado CE.	4	1,41	5,64
Unidades	Faja protección lumbar, amortizable en 4 usos. Certificado CE.	2	2,80	5,6
Unidades	Chaleco de trabajo de poliéster-algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	2	13,50	27
Unidades	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica, amortizable en tres usos. Certificado CE.	2	2,63	5,26
Unidades	Cinturón portaherramientas amortizable en 4 usos.	1	5,89	5,89
Unidades	Mono de trabajo, de una pieza de poliéster- algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	2	15,29	30,58
Unidades	Par guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE.	4	1,40	5,6
Unidades	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en tres usos. Certificado CE.	2	9,32	18,64
Unidades	Cinta balizamiento bicolor rojo-blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.	24	0,62	14,88
Unidades	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante, amortizable en tres usos.	1	3,45	3,45
Unidades	Extintor de polvo ABC 6	1	22,84	22,84



	Kg. PR. INC Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. medida la unidad instalada.			
Total				295,27



5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACION

ORDEN	DESCRIPCION	TOTAL (Euros)
CAPITULO 1	ACOMETIDA	35231.96
CAPITULO 2	PROTECCIONES	152779.5
CAPITULO 3	CONDUCTORES TUBOS Y CANALIZACIONES	80380.66
CAPITULO 4	PUESTA A TIERRA	2136.54
CAPITULO 5	ALUMBRADO	95458.1
CAPITULO 6	TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS	6188.51
CAPITULO 7	CENTRO DE TRANSFORMACION	44683.19
CAPITULO 8	CONDENSADORES	3490
CAPITULO 9	SEGURIDAD Y SALUD	295,27
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	420643.73

El presupuesto de ejecución material del siguiente proyecto asciende a: “ CUATROCIENTOS VEINTEMIL SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y TRES CENTIMOS DE EURO”

ORDEN	DESCRIPCION	TOTAL (Euros)
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	420643.73
	GASTOS GENERALES (5 %)	21032.18
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	42064.37
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA SIN IVA	483740.28
	IVA (18%)	87073.25
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA CON IVA	570813.53
	DIRECCION DE LA OBRA	22832.54
	REDACCION DEL PROYECTO	22832.54
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	616478.61

El total del presente proyecto asciende a: “ SEISCIENTOS DIECISEISMIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS Y SESENTA Y UN CENTIMOS DE EURO”

Pamplona Septiembre de 2011,

Roberto Colomo Ibáñez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

DOCUMENTO 6: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y
SALUD

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2011



ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Indice:

6.1. OBJETO	2
6.2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	2
6.3. DATOS DE LA OBRA	2
6.4. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA	3
6.5. PROTECCIONES COLECTIVAS	4
6.5.1. GENERALES	4
6.5.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA	8
6.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	13
6.6.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.....	13
6.6.2. RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE.....	13
6.6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRABAJOS EN TENSIÓN (EN B.T.).....	18
6.7. RIESGOS LABORALES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA	21
6.7.1. FASE DE LA OBRA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN, ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	21
6.7.2. FASE DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN.....	22
6.7.3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS.....	23
6.8. PRIMEROS AUXILIOS	24
6.9. NORMATIVA APLICABLE	24



6.1. OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los diferentes riesgos laborales que puedan ser evitados, proponiendo las posibles medidas técnicas para ello; definiendo la relación de los riesgos que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a disminuir dichos riesgos.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Así mismo, este estudio de Seguridad y Salud pretende:

- Dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de riesgos laborales en lo referente a la obligación de un empresario titular de un Centro de Trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.
- Recordar a las diferentes partes, promotor, contratista, etc., de sus obligaciones en materia de seguridad, comunicar a los diferentes organismos la existencia de esta obra, obtener las licencias necesarias, etc.

Basándose en este Estudio Básico de Seguridad, se elaborará un Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

6.2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El autor del presente estudio básico de seguridad es:

Roberto Colomo Ibañez
C/ Baja Nº 32 1º C
31253 Miranda de Arga (Navarra)

6.3. DATOS DE LA OBRA

- PROYECTO DE REFERENCIA:

Proyecto de instalación eléctrica en B.T. para Nave de conservas vegetales

- EMPLAZAMIENTO:

Miranda de Arga (Navarra)
C/ dehesa s/n

Nº DE TRABAJADORES PREVISTOS SIMULTÁNEAMENTE:

40 – 50 trabajadores

- PLAZO DE EJECUCIÓN TOTAL APROXIMADO:

1 mes.

- INFRAESTRUCTURAS:

Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento...

6.4. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

1. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Acceso a la obra	Los propios del local
Edificaciones colindantes	Viviendas unifamiliares, campo y fabrica de conservas Marco
Suministro de energía eléctrica	Acometida individual
Suministro de agua	Acometida individual
Sistema de saneamiento	El de la vivienda
Servidumbres y condicionantes	Saneamientos
OBSERVACIONES:	

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES	
Replanteo	Marcado del terreno de las obras indicadas en el proyecto
Reforma de la instalación eléctrica	Instalación de luminarias, cuadros eléctricos y canalizaciones
Remates	Pruebas de la instalación

El contratista acreditará ante la Dirección de obra la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios.

Así mismo la Dirección comprobará que existe un plan de emergencia para atención de personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales precisos. La Dirección y teléfono deberán estar visibles en lugar estratégico.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan, informando a los operarios claramente de las maniobras a realizar, los posibles riesgos y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta, deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

6.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

6.5.1. GENERALES

SEÑALIZACIÓN:

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Tipos de señales:

a) En forma de panel:

Señales de advertencia:	
Forma:	Triangular
Color de fondo:	Amarillo
Color de contraste:	Negro
Color de símbolo:	Negro

Señales de prohibición:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Blanco
Color de contraste:	Rojo
Color de símbolo:	Negro

Señales de obligación:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Azul
Color de símbolo:	Blanco

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Rojo
Color de símbolo:	Blanco

Señales de salvamento de socorro:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Verde
Color de símbolo:	Blanco

b) Cinta de señalización:

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

c) Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

PROTECCIÓN DE PERSONAS EN INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicaciones de lo indicado en el apartado 3º del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones.

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80Ω . Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidas por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en KV)} / 100$ (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m).

SEÑALES ÓPTICO – ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA.

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (laminas, conos, cintas, mallas, lámparas, destellantes, etc.).

APARATOS ELEVADORES.

Deberán ajustarse a su normativa específica, pero en cualquier caso, deberán satisfacer igualmente las condiciones siguientes (art. 6C del Anexo IV del R.D. 1627/97):

- Todos sus accesorios serán de buen diseño y construcción, teniendo resistencia adecuada para el uso al que estén destinados.
- Instalarse y usarse correctamente.

- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido formación adecuada.
- Presentarán, de forma visible, indicación sobre la carga máxima que puedan soportar.
- No podrán utilizarse para fines diferentes de aquellos a los que estén destinados.

Durante la utilización de los mencionados aparatos elevadores, en aras a garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos:

- Seguridad de carga máxima:

Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cableante de elevación, es decir, por la carga nominal del pié de flecha.

Normalmente van montadas en pié de flecha o contraflecha y están formados por arandelas tipo “Schnrr”, accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un microrruptor que impide la elevación de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia delante.

Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10 %.

- Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación:

Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descenso del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De ésta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Normas de carácter general, en el uso de aparatos elevadores:

- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.

- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.

- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.

- En las fases de transporte y colocación de los encofrados, en ningún momento los operarios estarán debajo de la cadena suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas o ganchos con pestillo de seguridad. Deberá tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 3 del Anexo II del R.D. 1215/97 de 18/7/97.

- El gruísta antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades, así como de los licitadores de giro, si los tuviera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra o al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.

6.5.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA

PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS U OBJETOS

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24/10/97 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

PASARELAS:

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Será preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

ESCALERAS PORTÁTILES:

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará la estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.

ACCESOS Y ZONAS DE PASO DEL PERSONAL, ORDEN Y LIMPIEZA

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo “seta” o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas.

ESLIGAS DE CADENA.

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5 % de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

ESLINGA DE CABLE.

A la carga nominal máxima se aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar, las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces del diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

CABINA DE LA MAQUINARIA DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

Todas estas máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deberán satisfacer las condiciones siguientes (apartado 7C del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97):

- Estar bien diseñados y contruidos, teniendo en cuenta los principios ergonómicos.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Los conductores han de recibir formación especial.
- Adoptarse las medidas oportunas para evitar su caída en excavaciones o en el agua.

Cuando sea necesario, las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral,

estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además dispondrán de una puerta a cada lado.

CONDICIONES GENERALES EN TRABAJOS DE EXCAVACIÓN Y ATALUZADO.

Los trabajos con riesgos de sepultamiento o hundimiento son considerados especiales por el R.D. 1627/97 (Anexo II) y por ello debe constar en este Estudio de Seguridad y Salud el catálogo de medidas preventivas específicas:

TOPES PARA VEHÍCULOS EN EL PERÍMETRO DE LA EXCAVACIÓN.

Se dispondrá de los mismos a fin de evitar la caída de los vehículos al interior de las zanjas o por las laderas.

ATALUZADO DE LAS PAREDES DE EXCAVACIÓN.

Como criterio general se podrán seguir las siguientes directrices en la realización de taludes con bermas horizontales por cada 1,50 metros de profundidad y con la siguiente inclinación.

- Roca dura 80°.
- Arena fina o arcillosa 20°.

La inclinación del talud se ajustará a los cálculos de la Dirección Facultativa de la obra, salvo cambio de criterio avalado por Documentación Técnica complementaria.

El aumento de la inclinación y el drenado de las aguas que puedan afectar a la estabilidad del talud y a las capas de superficie del mismo, garantizan su comportamiento.

Se evitará, a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación, en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden arruinar el talud.

En taludes de alturas de más de 1,50 metros se deberán colocar bermas horizontales de 50 o 80 centímetros de ancho, para la vigilancia y alojar las conducciones provisionales o definitivas de la obra.

La colocación del talud debe tratarse como una berma, dejando expedito el paso o incluso disponiendo tableros de madera para facilitarlos.

En taludes de grandes dimensiones, se habrá previsto en proyecto la realización en su base, de cuentones relleno de grava suelta o canto de río de diámetro homogéneo,

para retención de rebotes de materiales desprendidos, o alternativamente si, por cuestión del espacio disponible, no pudieran realizarse aquellos, se apantallará la parábola teórica de los rebotes o se dispondrá un túnel isotático de defensa.

BARANDILLAS DE PROTECCIÓN.

En huecos verticales de coronación de taludes, con riesgo de caída de personas u objetos desde alturas superiores a 2 metros, se dispondrán barandillas de seguridad completas empotradas sobre el terreno, constituidas por balaustre vertical homologado o certificado por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, pasamanos superior situado a 90 centímetros sobre el nivel del suelo, barra horizontal o listón intermedio (subsidiariamente barrotes verticales o mallazo con una separación máxima de 15 centímetros) y rodapié o plinto de 20 centímetros sobre el nivel del suelo, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, y de resistencia suficiente.

Los taludes de más de 1,50 metros de profundidad, estarán provistos de escaleras preferentemente excavados en el terreno o prefabricadas portátiles, que comuniquen cada nivel inferior con la berma superior, disponiendo una escalera por cada 30 metros de talud abierto o fracción de este valor.

Las bocas de los pozos y arquetas, deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la coronación del talud igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los elementos prefabricados deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para la puesta en obra de dichos elementos.

La madera a utilizar estará clasificada según usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada. Altura máxima de la pila (sin tablones estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

CUERDA DE RETENIDA.



Utilizada para posicionar y dirigir manualmente el canal de derrame del hormigón, en su aproximación a la zona de vertido, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 milímetros de diámetro, como mínimo.

SIRGAS.

Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad.

Variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS, ORDEN Y LIMPIEZA.

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia de residuos tóxicos, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.

La evacuación rápida del personal interior de la excavación debe quedar garantizado por la retirada de objetos en el fondo de zanja, que puedan interrumpir el paso.

Las zanjas de más de 1,30 metros de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente de aluminio, que rebasen 1 metro sobre el nivel superior del corte, disponiendo una escalera por cada 15 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar correctamente arriostrada transversalmente.

Las bocas de los pozos deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la excavación igual o superior de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los escudos metálicos de entibación deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para este tipo de entibados.

La madera de entibar, estará clasificada según usos y limpia de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada.

Altura máxima de la pila (tablones estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

6.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

6.6.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

2.1 RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS ADOPTADAS	TÉCNICAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes	
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables	

6.6.2. RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no puedan ser completamente evitables, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afecten a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que puede subdividirse.

TODA LA OBRA	
RIESGOS	
	Caídas de los operarios al mismo nivel
	Caídas de los operarios a distinto nivel
	Caídas de objetos sobre operarios
	Caídas de objetos sobre terceros
	Choques o golpes contra objetos
	Atrapamientos
	Fuertes vientos
	Trabajos en condiciones de humedad
	Contactos directos e indirectos
	Cuerpos extraños en los ojos

Cortes y golpes con maquinaria	
sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
	GRADO DE PROTECCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de baja tensión	Permanente
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
Puestas a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 metros de distancia	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura ≥ 2 metros	Nulo
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Nulo
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes	Nulo
Extintor de polvo seco, de eficiencia 21 A-113 B	Permanente
Evacuación de escombros	Frecuente
Escaleras auxiliares	Ocasional
Información específica	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
	EMPLEO
Cascos de seguridad	Permanente
Calzado protector	Permanente

Ropa y calzado de trabajo	Permanente
Ropa y calzado impermeable o de potencia	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	ocasional
FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
Incendios por almacenamientos de productos combustibles	
Golpes o cortes con herramientas	
Electrocuciones	
Proyecciones de particular al cortar materiales	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
GRADO ADOPCIÓN	
Apuntalamientos	Permanente
Pasos o pasarelas	Permanente
Redes verticales	Permanente
Redes horizontales	Permanente
Plataforma de carga y descarga de material	Permanente
Barandilla rígida 0,9 metros de altura (con listón intermedio y rodapié)	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar trabajos superpuestos	Permanente
Bajantes de escombros adecuadamente sujetas	Permanente



Protección de huecos de entrada de material en planchas	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
Gafas de seguridad	Frecuente
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
Mástiles y cables fiadores	Frecuente
FASE: ACABADOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Ambiente pulvígeno	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Electrocución	
Atrapamientos con o entre herramientas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Andamios	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar focos de inflamación	Permanente

Equipos autónomos de ventilación	Permanente
Almacenamiento correcto de los productos	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
EMPLEO	
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional
Equipos autónomos de respiración	Ocasional
FASE: INSTALACIONES	
RIESGOS	
Lesiones y cortes en manos y brazos	
Dermatosis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Golpes y aplastamiento de pies	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Electrocuciones	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Ambiente pulvígeno	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
GRADO ADOPCIÓN	
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	Permanente
Protección del hueco del ascensor	Permanente
Plataforma provisional para ascensoristas	Permanente
Realizar conexiones eléctricas sin tensión	Permanente

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Permanente
Guantes de cuero o goma	Ocasional
Botas de seguridad	Ocasional
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional

Se concederá especial importancia a lo anteriormente indicado así como a las especificaciones que se indican a continuación:

- Se establecerán zonas de paso y acceso a la obra.
- Se señalizará y vallará el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Se señalizará la obligación de utilizar casco en el interior del recinto de la obra.
- Se señalizará convenientemente la necesidad de utilización de medidas de seguridad adicionales en toda la obra.
- Se controlará adecuadamente el proceso de la carga y descarga de camiones.
- Se utilizarán plataformas de trabajo homologadas y adecuadas.
- Se utilizarán andamios homologados y adecuados.
- Se evitará el paso de trabajadores bajo otros operarios.
- La utilización de los EPIs es de carácter obligatorio para todos los trabajadores.

6.6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRABAJOS EN TENSIÓN (EN B.T.)

EPI: casco aislante	
Riesgo contra los que protege	Protege el cráneo contra: <ul style="list-style-type: none"> - Choques, golpes, caídas. - Proyección de objetos. - Contactos eléctricos.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar la banda de entorno, al perímetro de la cabeza. - En trabajos a cierta altura usar el barboquejo.
Trabajos donde es obligatorio	Para trabajos que impliquen riesgo para la cabeza

su empleo	<p>como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en instalaciones eléctricas de B.T., A.T. y maniobra. - Trabajos de almacenaje, carga y descarga. - Trabajos a diferentes alturas (líneas aéreas).
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado del casco y atalaje. - Comprobación del perfecto ajuste de banda barbuquejo. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente. - Reposición de sus partes cuando sea necesario. - Sustitución siempre que haya habido un impacto violento.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - En ningún caso se desprenderá el casco en cualquier movimiento normal de la cabeza, tronco, etc. - Su vida útil máxima será de 10 años. - Es de uso personal. - Almacenamiento en lugar seco, ventilado y protegido de focos caloríficos, químicos, etc.

2.1.1 EPI: pantalla facial	
Riesgo contra los que protege	<p>Protege el rostro contra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proyección de partículas de metal fundido. - Elevada temperatura.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar el adaptador al casco. - Abatir el visor. - Utilizar gafas inactínicas (para evitar el deslumbramiento).
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - En aquellos trabajos que presenten riesgos de proyectar partículas de metal fundido. - En altas temperaturas.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado de la pantalla, adaptador y buen ajuste al casco. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Usar a la vez gafas inactínicas para evitar deslumbramientos.

2.2 EPI: gafas inactínicas	
Riesgo contra los que protege	<p>Protegen los ojos contra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deslumbramiento por cortocircuito.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar a la cara protegiendo los ojos.

Trabajos donde es obligatorio su empleo	- En aquellos trabajos en los que se realicen instalaciones que presenten riesgos de deslumbramiento por cortocircuito.
Verificación, conservación y mantenimiento.	- Comprobación visual del buen estado. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco. - Guardarlas en su funda.
Comentarios	- Es recomendable su utilización conjunta con la pantalla facial.

EPI: guantes aislantes	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: - Contactos a tensión.
Modo de empleo	- Usar la talla adecuada. - Comprobar su estanqueidad. - Nunca se utilizarán como único elemento de protección.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	- Trabajos en proximidad de instalaciones de B.T. en tensión. - Trabajos en instalaciones de B.T. en tensión. - Retirada o reposición de fusibles.
Verificación, conservación y mantenimiento.	- Verificación de estanqueidad antes de cada trabajo. - Ensayo eléctrico en laboratorio cada 6 meses.
Comentarios	No se admitirán reparaciones. Habrán de ser legibles: - Tensión de utilización. - Fecha de fabricación. - Nombre del fabricante. - Homologación.

2.3 EPI: guantes ignífugos	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: - La posible fusión del guante aislante de caucho al producirse un arco eléctrico.
Modo de empleo	- Emplear debajo de los guantes aislantes.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	- Trabajos en los que puede darse un arco eléctrico.
Verificación, conservación y mantenimiento.	- Comprobación visual del buen estado. - Una vez utilizados guardar en bolsa.
Comentarios	- Estos guantes se usan siempre debajo del guante aislante de caucho. - Son de fibra retardante a la llama y resistente al calor.

	- Conductividad eléctrica muy baja.
--	-------------------------------------

2.4 EPI: guantes de protección mecánica	
Riesgo contra los que protege	- Protegen el guante aislante del caucho.
Modo de empleo	- Utilizar sobre los guantes aislantes de caucho.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	- Trabajos en instalaciones de B.T. cuando se realicen tareas donde puedan dañarse los guantes aislantes de caucho.
Verificación, conservación y mantenimiento.	- Comprobación visual del buen estado. - Se conservarán limpios y secos.
Comentarios	- Son guantes de poco grosor (piel de cabritilla). - En este caso no es necesario emplear los guantes ignífugos.

2.4.1 EPI: calzado de seguridad	
Riesgo contra los que protege	Protegen los pies contra: - Los riesgos mecánicos.
Modo de empleo	- Se colocarán debidamente sujeto al pie de forma que no haya posibilidad de holgura que facilite la penetración de cuerpos extraños.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	- Los de clase I (puntera de seguridad) en trabajos con riesgo de accidentes en los pies: carga, descarga, etc. - Los de clase II (plantilla de seguridad): cuando sólo haya objetos punzantes en el suelo. - Los de clase III (puntera y plantilla de seguridad): cuando coexistan los dos tipos de riesgos anteriores.
Verificación, conservación y mantenimiento.	- Verificación visual de que no presenta roturas, cortes, desgaste, etc.
Comentarios	- No se considera un elemento aislante en trabajos en tensión en B.T.

6.7. RIESGOS LABORALES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA

6.7.1. FASE DE LA OBRA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN, ALUMBRADO DE EMERGENCIA

2.5 ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Acopio de carga y descarga	Golpes, heridas.	Mantenimiento de equipos Utilización de EPIs

	Caídas de objetos y atrapamientos	Adecuación de cargas Control de maniobras
Instalación de canalizaciones y detectores, luminarias y emergencias	Caídas de objetos desde altura	Utilización de EPIs Orden y limpieza
	Caídas de trabajadores desde altura	Utilización de plataformas y andamios homologados.(Obligatoria su utilización: trabajos a realizar por encima del nivel del suelo y que requieran esfuerzos, trabajos a realizar por encima de 5 metros de altura).(En todos estos casos no se pueden utilizar escaleras de mano) Utilización de EPIs Orden y limpieza
	Daños oculares	Utilización de EPIs
	Golpes, cortes, etc.	Adecuado mantenimiento de la maquinaria Maquinaria con todos los elementos de protección
	Electrocución	Adecuada puesta a tierra de las instalaciones Instalaciones eléctricas auxiliares ejecutadas por especialistas Adecuado mantenimiento de las instalaciones Utilización de EPIs
	Sobre esfuerzos	Fajas lumbares

6.7.2. FASE DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

2.6 ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Pruebas y puestas en servicio	Golpes, heridas, etc.	Mantenimiento de los equipos Utilización de EPIs
	Caídas de objetos	Cargas adecuadas Utilización de EPIs
	Atrapamientos	Control de maniobras Vigilancia continua

	Caídas desde altura	Utilización de EPIs Utilización de sistemas colectivos de protección y equipos adecuados Utilización de EPIs
	Electrocución	Utilización de EPIs Coordinación con empresa suministradora para enganches Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con corriente Prohibición de trabajar en tensión
	Quemaduras o explosión por acumulación de gas	Coordinación con empresa suministradora para enganches Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con gas Prohibición de realizar trabajos en tuberías con gas combustible Realización de las pruebas de presión, estanqueidad, etc., con aire comprimido o gas inerte

6.7.3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS

2.7 ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Instalación en servicio	Contactos eléctricos indirectos	Puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (Vs) que en locales secos será de 50 V y en los locales húmedos de 24 V, por la sensibilidad en amperios del diferencial (A).
	Contactos eléctricos directos	Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

		<p>Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente.</p> <p>En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.8. PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

3. PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROXIMADA (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria-Urgencias	Consultorio de miranda de arga	0.5
Asistencia Especializada-Hospital	Hospital de Navarra	50

6.9. NORMATIVA APLICABLE

Ley de prevención de riesgos laborales	Ley 31/95	08-11-95	J. estado	10-11-95
Reglamento de los servicios de prevención	RD 39/97	17-01-97	M. Trab.	31-01-97
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (Transposición Directiva 92/57/CEE)	RD 1627/97	24-10-97	Varios	23-04-97
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/97	14-04-97	M. Trab.	23-04-97
Modelo de libro de incidencias. Corrección de errores.	Orden	20-09-86	M. Trab.	13-10-86 31-10-86
Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16-12-87		29-12-87
Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo de la construcción	Orden	20-05-52	M. Trab.	15-06-52
Modificación	Orden	19-12-53	M. Trab.	22-12-53
Complementario	Orden	02-09-66	M. Trab.	01-10-66
Cuadro de enfermedades profesionales	RRD			25-08-78

	1995/78			
Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo	Orden	09-03-71	M. Trab.	16-03-71
Corrección de errores				06-04-71
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28-08-79	M. Trab.	
Anterior no derogada	Orden	28-08-70	M. Trab.	05-09-70
Corrección de errores				17-10-70
Modificación (no derogada), Orden 28-08-70	Orden	27-07-73	M. Trab.	
Interpretación de varios artículos	Orden	21-11-70	M. Trab.	28-11-70
Interpretación de varios artículos	Resolución	24-11-70	M. Trab.	05-12-70
Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones	Orden	31-08-87	M. Trab.	
Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos. Disposiciones mín. seg. Y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)	RD 1316/89	27-10-89	M. Trab.	02-11-87
Reglamentos sobre trabajos con riesgo de amianto. Corrección de errores.	RD 487/97	23-04-97	M. Trab.	23-04-97
Normas complementarias	Orden	31-10-84	M. Trab.	07-11-84
Modelo de libro de registro				22-11-84
	Orden	07-01-87	M. Trab.	15-01-87
	Orden	22-12-87	M. Trab.	29-12-87
Estatuto de los trabajadores	Ley 8/80	01-03-80	M. Trab.	
Regulación de la jornada laboral	RD 2001/83	28-07-83		03-08-83
Formación de comités de seguridad	D. 423/71	11-03-71	M. Trab.	16-03-71

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Condiciones comerc. Y libre circulación de EPI (directiva 89/686/CEE)	RD 1407/92	20-11-92	MRCor.	28-12-92
Modificación: "CE" de conformidad y año de colocación.	RD 159/95	03-02-95		08-03-95
Modificación RD 159/95	Orden	20-03-97		06-03-97
Disp. Mínimas de seg. Y salud de equipos de protección individual (Transposición Directiva 89/656/CEE)	RD 773/97	30-05-97	M. Presid	12-06-97
EPI contra caída de altura. Disp. de descenso	UNEEN341	22-05-97	AENOR	23-06-97
Requisitos y método de ensayo: calzado seguridad / protección / trabajo.	UNEEN 344/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado seguridad uso profesional	UNEEN 345/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado trabajo uso profesional	UNEEN 346/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97

Especificaciones calzado trabajo uso profesional	UNEEN 347/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
--------------------------------------------------	--------------	----------	-------	----------

3.1.1 INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA				
Disp. Mín. de seg. Y salud para utilización de los equipos de trabajo (Transposición Directiva 89/656/CEE)	RD 1215/97	18-07-97	M. Trab	18-07-87
ITC-BT-28 del reglamento para baja tensión	Orden	31-10-73	MI	27-12-73
ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención	Orden	26-05-89	MIE	09-06-69
Reglamento de aparatos elevadores para obras	Orden	23-05-77	MI	14-06-77
Corrección de errores				18-07-77
Modificación	Orden	07-03-81	MIE	14-03-81
Modificación	Orden	16-11-81	P. Gob.	21-07-86
Reglamento Seguridad en las Máquinas	RD 1495/89	23-05-86	P. Gob.	21-07-86
Corrección de errores				04-10-86
Modificación	RD 590/89	19-05-89	M.R. Cor	19-05-89
Modificación en la ITC MSG-SM	Orden	08-04-91	M.R. Cor	11-04-91
Modificación (Adaptación a directivas de la CEE)	RD 830/91	24-05-91	M.R. Cor	31-05-91
Regulación potencia acústica de maquinarias (Directiva 84/852/CEE)	RD 245/89	27-02-89	MIE	11-03-89
Ampliación y nuevas especificaciones	RD 71/92	31-01-92	MIE	06-02-92
Requisitos de seguridad y salud en máquinas (Directiva 89/392/CEE)	RD 1435/92	27-11-92	M.R. Cor	07-07-88
ITC-MIE-AEM2. Grúas Torre desmontable para obra	Orden	28-06-88	MIE	07-07-88
Corrección de errores	Orden	28-06-88		05-10-88
ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18-11-96	MIE	24-12-96
Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación y las instrucciones técnicas complementarias.	RD 3275/82		MIE	
Texto refundido de la ley general de la seguridad social	RD 1/1994	20-06-94		
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	RD 486/97	14-04-97		
Reglamento electrotécnico para baja tensión	RD2413/73	20-09-73	MIE	
Normas técnicas reglamentarias sobre homologación de los medios de protección personal	O.M.	17-05-74	MIE	



Pamplona Septiembre de 2011

Roberto Colomo Ibáñez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

DOCUMENTO 7: BIBLIOGRAFÍA

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2011



BIBLIOGRAFÍA

INDICE:

7.1 BIBLIOGRAFÍA.....	2
7.1.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS.....	2
7.1.2 CATÁLOGOS CONSULTADOS.....	3
7.1.3 PÁGINAS WEB CONSULTADAS.....	3

7.1 BIBLIOGRAFIA

7.1.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía (Real Decreto 3.275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Reglamento sobre acometidas eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4^a Edición.
- Instalación de NTE-IE electricidad. Normas tecnológicas de la edificación. Ed. paraninfo 1996. José Carlos Toledano.
- Puesta a tierra en edificios en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Remírez Vázquez.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “IBERDROLA distribución eléctrica S.A.U.”
- Canalizaciones, materiales de alta y baja tensión y centrales. Paúl Hering.
- Protecciones en las instalaciones eléctricas. Paulino Montané.

- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. UNESA. Febrero 1989.

7.1.2 CATÁLOGOS CONSULTADOS

Se han consultado los siguientes catálogos:

- Toda serie de catálogos ABB.
- Compensación de energía reactiva y filtrado de armónicos MERLÍN GERÍN.
- Luminarias y lámparas Philips y Havells - Sylvania
- Lámparas de emergencia LEGRAND.
- Catálogo de NIESSEN.
- Catálogo de PRYSMIAN.
- Catálogo de Quintela.
- Equipos de seguridad NAISA: Cascos, gafas, guantes, etc.

7.1.3 PÁGINAS WEB CONSULTADAS

En este apartado se adjuntan las direcciones web de las empresas cuyos elementos han sido utilizados en el presente proyecto.

Las páginas web son las siguientes:

- PRYSMIAN. (<http://www.prysmian.es>).
Conductores.
- ORMAZABAL. (<http://www.ormazabal.com>).
Edificio prefabricado para el centro de transformación, celdas modulares con aislamiento integral de (SF₆) y transformador de potencia.
- PHILIPS. (<http://www.philips.com>).
▪ HAVELLS - SYLVANIA
Lámparas y luminarias.
- KLK ELECTRO MATERIALES. (<http://www.klk.es>).
Picas de puesta a tierra.

- IDUSTRIAS ARRUTI. (<http://www.arruti.com>).
Grapas y accesorios para la puesta a tierra.

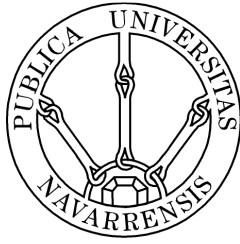
- TUBIFOR. (<http://www.directindustry.com>).
Tubos de PVC para canalizaciones.

- FIBEX. (<http://www.directindustry.com>).
Tubos de XLPE para canalizaciones.

- VOLTIMUN. (<http://www.voltimun.es>)
Suministros de material eléctrico

Pamplona Septiembre de 2011

Roberto Colomo Ibáñez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELÉCTRICA PARA FABRICA DE
CONSERVAS VEGETALES”

DOCUMENTO ANEXO A: CALCULOS DE
ILUMINACION

Alumno: Roberto Colomo Ibáñez

Tutor: Félix Arroniz Fernández de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2011



ANEXO A: CALCULOS DE ILUMINACION

INDICE:

INTRODUCCION.....	2
DEFINICION DE LOS PARAMETROS	2
METODO DE CÁLCULO.....	11
CALCULOS.....	13
<i>PISO SUPERIOR DE OFICINAS.....</i>	<i>13</i>
<i>HALL RECIBIDOR.....</i>	<i>61</i>
<i>OFICINAS PLANTA BAJA.....</i>	<i>63</i>
<i>ZONA DE VESTUARIOS.....</i>	<i>69</i>
<i>ALMACENES.....</i>	<i>76</i>
<i>VESTIBULOS.....</i>	<i>79</i>
<i>FABRICA.....</i>	<i>92</i>

INTRODUCCION

Este documento contiene los cálculos correspondientes a la iluminación interior de cada uno de los departamentos de la fábrica de conservas mediante el método de los lúmenes.

Para la realización de dichos cálculos es necesario conocer los parámetros de las luminarias utilizadas que nos suministraran los fabricantes, los niveles de iluminación mínimos exigidos por la norma UNE-EN_12464-1=2003 en función de la actividad a realizar en cada departamento o sala, los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo de cada zona de la fábrica, y el factor de mantenimiento o conservación de la instalación.

DEFINICION DE LOS PARAMETROS

- **Coefficientes de reflexión**

Se determinan en función del tipo de material y color empleado para el techo, paredes y suelo de cada sala. Para cada tipo concreto de material y color hay unos coeficientes de reflexión determinados pero utilizaremos los de la siguiente tabla para poder obtener los parámetros que cada fabricante da en sus tablas.

PARTE DE LA SALA	COLOR	FACTOR DE REFLEXION (ρ)
TECHO	BLANCO O MUY CLARO	0.7
	CLARO	0.5
	CLARO MEDIO	0.3
	MEDIO	
PAREDES	CLARO	0.5
	MEDIO	0.3
	OSCURO	0.1
SUELO	CLARO	0.3
	MEDIO	0.2
	OSCURO	0.1

PISO SUPERIOR DE OFICINAS

Las características del piso superior de oficinas respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Madera oscura ($\rho=15\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

HALL RECIBIDOR

Las características del hall recibidor respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Amarillo arena ($\rho=46\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Beige marrón ($\rho=28\%$) $\rightarrow \rho=0.3$
- Suelo: Marrón tierra ($\rho=8\%$) $\rightarrow \rho=0.1$

OFICINAS PLANTA BAJA

Las características de las oficinas de la planta baja respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Madera oscura ($\rho=15\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

ZONA DE VESTUARIOS

Las características de la zona de vestuarios respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Mezcla entre blancos y turquesa ($\rho=44\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

ALMACENES

Las características de los almacenes tanto el de oficinas como el de la fábrica respecto a los factores de reflexión son:

- Techo: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Cemento ($\rho=27\%$) $\rightarrow \rho=0.3$
- Suelo: Gris Grafito ($\rho=9\%$) $\rightarrow \rho=0.1$

VESTIBULOS

Las características de los vestíbulos cambiarán en función del vestíbulo y la zona en la que se encuentre.

- *Vestíbulos sótano:*

Vestíbulo 1

- Techo: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

Vestíbulo 2

- Techo: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$

- Paredes: Cemento ($\rho=27\%$) $\rightarrow \rho=0.3$
- Suelo: Gris Grafito ($\rho=9\%$) $\rightarrow \rho=0.1$

Vestíbulo 4

- Techo: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Paredes: Cemento ($\rho=27\%$) $\rightarrow \rho=0.3$
- Suelo: Gris Grafito ($\rho=9\%$) $\rightarrow \rho=0.1$

▪ Vestíbulos planta baja:

Vestíbulo 2

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

Vestíbulo 3

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

Vestíbulo 4

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

▪ Vestíbulos 1 planta

Vestíbulo 2

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho=23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

▪ Vestíbulos 2 planta

Vestíbulo 2

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$

- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho= 23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

FABRICA

Las características de la fábrica con respecto a los factores de reflexión serán:

- Techo: Blanco grisáceo ($\rho=68\%$) $\rightarrow \rho=0.7$
- Paredes: Gris seda ($\rho=48\%$) $\rightarrow \rho=0.5$
- Suelo: Gris polvo ($\rho= 23\%$) $\rightarrow \rho=0.2$

- **Factor de mantenimiento o de conservación (f_m)**

Este parámetro dependerá del grado de suciedad que se de en el entorno en el que se encontrara la luminaria y de la frecuencia con la que se limpie la misma.

Para una limpieza periódica anual de las luminarias establecemos los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento o de conservación (f_m)
Muy limpio	0.80
Limpio	0.75
Intermedio	0.70
Sucio	0.65
Muy sucio	0.60

PISO SUPERIOR DE OFICINAS

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para el piso superior de oficinas es de 0.8 debido a que las actividades a realizar y la zona en la que se encuentran podrían considerarse de muy limpias.

HALL RECIBIDOR

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para el hall recibidor es de 0.8 debido a que es la zona de entrada a las oficinas y debe tener una buena presentación por eso será una zona muy limpia.

OFICINAS PLANTA BAJA

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para las oficinas de la planta baja es de 0.8 debido a que las actividades a realizar y la zona en la que se encuentran podrían considerarse de muy limpias.

ZONA DE VESTUARIOS

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para los vestuarios es de 0.8 debido a la estanqueidad de las luminarias y de la limpieza periódica de esta zona.

ALMACENES

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para los almacenes es 0.65 debido a que se encuentran en una zona que no va a ser transitada continuamente y por lo tanto no tendrá una limpieza tan periódica y se concentrará algo de polvo.

VESTIBULOS

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para los vestíbulos variará en función de la zona en la que se encuentren dichos vestíbulos.

- *Vestíbulos sótano:*

Vestíbulo 1 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.65 debido a que se encuentran en una zona que no va a ser transitada continuamente y por lo tanto no tendrá una limpieza tan periódica y se concentrará algo de polvo.

Vestíbulo 2 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.65 debido a que se encuentran en una zona que no va a ser transitada continuamente y por lo tanto no tendrá una limpieza tan periódica y se concentrará algo de polvo.

Vestíbulo 4 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.65 debido a que se encuentran en una zona que no va a ser transitada continuamente y por lo tanto no tendrá una limpieza tan periódica y se concentrará algo de polvo.

- *Vestíbulos planta baja:*

Vestíbulo 2 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.7 debido a que se encuentra en una zona intermedia entre las oficinas y almacenes y por lo tanto no será ni tan limpio como las oficinas ni tan sucio como los almacenes.

Vestíbulo 3 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.7 debido a que se encuentra en una zona intermedia entre los vestuarios y los almacenes y por lo tanto no será ni tan limpio como los vestuarios ni tan sucio como los almacenes.

Vestíbulo 4 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.65 debido a que es una zona de tránsito entre la fábrica y el almacén de la fábrica y por lo tanto puede haber suciedad y polvo.

▪ *Vestíbulos 1 planta*

Vestíbulo 2 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.7 debido a que se encuentra en una zona intermedia entre las oficinas y almacenes y por lo tanto no será ni tan limpio como las oficinas ni tan sucio como los almacenes.

▪ *Vestíbulos 2 planta*

Vestíbulo 2 → El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido es de 0.7 debido a que se encuentra en una zona intermedia entre las oficinas y almacenes y por lo tanto no será ni tan limpio como las oficinas ni tan sucio como los almacenes.

FABRICA

El Factor de mantenimiento o de conservación (f_m) elegido para la fábrica será de 0.6 debido a que las luminarias se encontrarán a una altura muy elevada y aunque la fábrica se limpie las luminarias tendrán polvo y podrán estar manchadas por los vapores emitidos del proceso productivo.

- **Niveles de iluminación mínimos exigidos por la norma UNE-EN_12464-1=2003**

Los niveles de iluminación establecidos en cada sala o zona del edificio serán como mínimo los indicados en la norma UNE-EN_12464-1=2003.

- **Factor de utilización de las luminarias (η)**

El factor de utilización de las luminarias se determinará a partir de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Para obtener este parámetro es necesario obtener las tablas de cada luminaria que las suministrara el fabricante en la hoja de características de la misma.

Las luminarias utilizadas en nuestro caso serán:

1. HAVELLS SYLVANIA:

1. Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

utilization factors / TM5											
reflection			room index								
C	W	F	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
70	50	20	25	29	32	34	37	39	40	42	43
70	30	20	21	26	29	31	35	37	38	41	42
70	10	20	19	23	27	29	33	35	37	39	41
50	50	20	24	28	31	33	36	38	39	41	42
50	30	20	21	25	28	31	34	36	37	39	41
50	10	20	19	23	26	29	32	34	36	38	40
30	50	20	23	27	30	32	35	36	38	39	40
30	30	20	21	25	28	30	33	35	36	38	39
30	10	20	19	23	26	28	31	33	35	37	38
0	0	0	18	22	25	27	30	32	33	35	36
BZ-class			4	4	4	4	4	4	4	4	4
SHRnom : 1,25						SHRmax : 1,424					

2. Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC

utilization factors / TM5											
reflection			room index								
C	W	F	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
70	50	20	50	56	60	63	66	68	70	72	73
70	30	20	46	52	56	59	63	66	68	70	71
70	10	20	43	49	54	57	61	64	66	68	70
50	50	20	49	54	58	61	64	66	67	69	70
50	30	20	46	51	55	58	62	64	66	68	69
50	10	20	43	49	53	56	60	62	64	66	68
30	50	20	48	53	57	59	62	64	65	67	68
30	30	20	45	50	54	57	60	62	64	65	67
30	10	20	43	48	52	55	59	61	63	64	66
0	0	0	41	47	51	53	57	58	60	62	63
BZ-class			1	1	1	1	1	1	1	1	1
SHRnom : 1,50						SHRmax : 1,550					

2. PHILIPS:

1. Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80			0.70				0.50		0.30		0.00
	0.80	0.50	0.30	0.70	0.50	0.30	0.50	0.30	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.47	0.44	0.46	0.45	0.44	0.40	0.39	0.37	0.39	0.37	0.35	
0.80	0.55	0.52	0.54	0.53	0.51	0.47	0.47	0.44	0.46	0.44	0.43	
1.00	0.62	0.57	0.61	0.59	0.57	0.53	0.52	0.50	0.52	0.49	0.48	
1.25	0.68	0.62	0.66	0.64	0.61	0.58	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53	
1.50	0.72	0.65	0.70	0.67	0.64	0.61	0.61	0.59	0.60	0.58	0.57	
2.00	0.78	0.69	0.76	0.72	0.69	0.66	0.66	0.64	0.65	0.63	0.62	
2.50	0.82	0.72	0.79	0.75	0.71	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	
3.00	0.84	0.74	0.82	0.77	0.73	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	
4.00	0.87	0.75	0.84	0.79	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.68	
5.00	0.89	0.76	0.86	0.80	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.69	

2. Down light → FBS 280 2XPL-T/4P57W/840 HFP C PI WH

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.39	0.38	0.39	0.38	0.37	0.33	0.33	0.30	0.33	0.30	0.29
0.80	0.47	0.45	0.47	0.45	0.44	0.40	0.40	0.37	0.39	0.37	0.36
1.00	0.54	0.50	0.53	0.51	0.49	0.46	0.45	0.43	0.45	0.43	0.41
1.25	0.59	0.54	0.58	0.56	0.54	0.51	0.50	0.48	0.49	0.47	0.46
1.50	0.63	0.57	0.62	0.59	0.57	0.54	0.53	0.51	0.53	0.51	0.49
2.00	0.69	0.61	0.67	0.64	0.61	0.59	0.58	0.56	0.57	0.56	0.54
2.50	0.72	0.64	0.70	0.66	0.63	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57
3.00	0.74	0.65	0.72	0.68	0.65	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.59
4.00	0.77	0.67	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.62	0.60
5.00	0.79	0.67	0.76	0.71	0.67	0.66	0.64	0.64	0.63	0.63	0.61

3. Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8 ALU

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.47	0.44	0.46	0.45	0.44	0.40	0.39	0.37	0.39	0.37	0.35
0.80	0.55	0.52	0.54	0.53	0.51	0.47	0.47	0.44	0.46	0.44	0.43
1.00	0.62	0.57	0.61	0.59	0.57	0.53	0.52	0.50	0.52	0.49	0.48
1.25	0.68	0.62	0.66	0.64	0.61	0.58	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53
1.50	0.72	0.65	0.70	0.67	0.64	0.61	0.61	0.59	0.60	0.58	0.57
2.00	0.78	0.69	0.76	0.72	0.69	0.66	0.66	0.64	0.65	0.63	0.62
2.50	0.82	0.72	0.79	0.75	0.71	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65
3.00	0.84	0.74	0.82	0.77	0.73	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67
4.00	0.87	0.75	0.84	0.79	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.68
5.00	0.89	0.76	0.86	0.80	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.69

4. Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.39	0.37	0.38	0.37	0.37	0.33	0.32	0.30	0.32	0.30	0.29
0.80	0.46	0.43	0.45	0.44	0.43	0.39	0.39	0.36	0.38	0.36	0.35
1.00	0.52	0.48	0.51	0.49	0.48	0.44	0.44	0.41	0.43	0.41	0.40
1.25	0.57	0.52	0.56	0.54	0.52	0.49	0.48	0.46	0.47	0.46	0.44
1.50	0.61	0.55	0.59	0.57	0.55	0.52	0.51	0.49	0.50	0.49	0.47
2.00	0.66	0.59	0.65	0.61	0.59	0.56	0.56	0.54	0.55	0.53	0.52
2.50	0.70	0.61	0.68	0.64	0.61	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	0.55
3.00	0.72	0.63	0.70	0.66	0.62	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57
4.00	0.75	0.65	0.73	0.68	0.64	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.58
5.00	0.76	0.66	0.74	0.69	0.65	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.59

METODO DE CÁLCULO

El método de cálculo empleado para realizar la iluminación interior de toda la fabrica el método de los lúmenes. Su finalidad es la de calcular el valor medio en servicio de la iluminancia de cada local. Consiste en los siguientes pasos:

1) *Calculo del índice del local*

Para llevar a cabo este calculo es necesario determinar la altura entre el plano de trabajo y las luminarias además de definir el tipo de iluminación (directa, semi-directa, general difusa, directa-indirecta, semi-indirecta, indirecta). En nuestro caso siempre va a ser directa.

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} \quad h = H - p - d$$

Donde:

k → índice del local

x → largo del local

y → ancho del local

h → altura entre el plano de trabajo y las luminarias

H → altura del local

p → altura del plano de trabajo

d → distancia de las luminarias al techo

2) *Determinación del factor de utilización*

Una vez obtenido el índice del local y determinados los coeficientes de reflexión se podrá obtener el valor del factor de utilización entrando con estos datos a las tablas suministradas por el fabricante. Si el índice del local se encuentra entre 2 valores de la tabla habrá que interpolar.

3) *Calculo del flujo total luminoso necesario*

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta}$$

Donde:

E → Iluminancia media exigida por la norma UNE

ϕ_T → flujo luminoso total

x → largo del local

y → ancho del local

f_m → factor de mantenimiento o de conservación de las luminarias

η → factor de utilización

4) *Calculo del numero mínimo de luminarias*

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L}$$

Donde:

 $\phi_T \rightarrow$ flujo luminoso totalN \rightarrow numero mínimo de luminarias que se deben colocar $\phi_L \rightarrow$ flujo luminoso de la lámpara5) *Calculo de la distancia minima a la que deberán separarse las luminarias*

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}}$$

Donde:

x \rightarrow largo del localy \rightarrow ancho del localD \rightarrow distancia minima a la que han de separarse las luminariasN \rightarrow numero mínimo de luminarias que se deben colocar6) *Calculo de luminarias a instalar*

$$N_x = \frac{x}{D}$$

$$N_y = \frac{y}{D}$$

$$N_t = N_x \cdot N_y$$

Donde:

x \rightarrow largo del localy \rightarrow ancho del localD \rightarrow distancia minima a la que han de separarse las luminarias $N_x \rightarrow$ numero de luminarias a instalar en el eje x $N_y \rightarrow$ numero de luminarias a instalar en el eje y $N_t \rightarrow$ numero total de luminarias que se instalaran en la sala7) *Comprobación de datos*

Para comprobar que los resultados son correctos es necesario hacer 2 comprobaciones:

I. Distancia máxima entre luminarias

Las luminarias deberán estar separadas como máximo la distancia indicada en la siguiente tabla:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	>10m	$e \leq 1.2h$
extensiva	6 – 10m	$e \leq 1.5h$
semiextensiva	4 – 10m	$e \leq 1.5h$
extensiva	$\leq 4m$	$e \leq 1.6h$

II. Iluminancia correcta

La iluminancia resultante del siguiente calculo debe ser como mínimo igual a la exigida por la norma UNE.

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} \geq E$$

Donde:

$E \rightarrow$ Iluminancia media exigida por la norma UNE

$\phi_L \rightarrow$ Flujo luminoso de la lámpara

$x \rightarrow$ largo del local

$y \rightarrow$ ancho del local

$f_m \rightarrow$ Factor de mantenimiento o de conservación de las luminarias

$\eta \rightarrow$ factor de utilización

$N_T \rightarrow$ Número total de luminarias que se instalaran en la sala

CALCULOS

PISO SUPERIOR DE OFICINAS

- Zona de ocio

$$x=7.25 \text{ m}$$

$$y=7.69 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{7.25 \cdot 7.69}{1.8 \cdot (7.25 + 7.69)} = 2.073$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{2.5 - 2}{2.5 - 2.037} = \frac{0.39 - 0.37}{0.39 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.3728$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 7.25 \cdot 7.69}{0.3728 \cdot 0.8} = 56081.51 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{56081.51}{3600} = 16$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{7.25 \cdot 7.69}{16}} = 1.8667 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{7.25}{1.8667} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{7.69}{1.8667} = 5$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 5 = 20 \text{ Luminarias}$$

Si descontamos la zona del almacén el total de luminarias a instalar es de 18.

Comprobación:

$$e_1 = \frac{7.25}{4} = 1.81 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{m} \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{7.69}{5} = 1.538 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{18 \cdot 3600 \cdot 0.3728 \cdot 0.8}{7.25 \cdot 7.69} = 346.63 \text{lux} \geq 300 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- Almacén zona ocio

$$x=2 \text{ m}$$

$$y=2.48 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2 \cdot 2.48}{2.65 \cdot (2 + 2.48)} = 0.417$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.417} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.31$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 2 \cdot 2.48}{0.31 \cdot 0.8} = 4000 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{4000}{2600} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2.48}{2}} = 1.57 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2}{1.57} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2.48}{1.57} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 2 = 2 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2}{1} = 2 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{ m Cuple}$$

$$e_1 = \frac{2.48}{2} = 1.24m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{2 \cdot 2600 \cdot 0.31 \cdot 0.8}{2 \cdot 2.48} = 260lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Médico**

$$x=4.20 \text{ m}$$

$$y=7.07 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.20 \cdot 7.07}{1.8 \cdot (4.20 + 7.07)} = 1.4638$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.5 - 1.25}{1.5 - 1.4638} = \frac{0.34 - 0.32}{0.34 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.3371$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 4.20 \cdot 7.07}{0.3371 \cdot 0.8} = 55054.14 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{55054.14}{3600} = 16$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.20 \cdot 7.07}{16}} = 1.36 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.20}{1.36} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{7.07}{1.36} = 6$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 6 = 18 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.20}{3} = 1.4m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{7.07}{6} = 1.178m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{18 \cdot 3600 \cdot 0.3371 \cdot 0.8}{4.20 \cdot 7.07} = 588.51lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Sala de espera 1**

$$x=4.20 \text{ m}$$

$$y=2.94 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.20 \cdot 2.94}{1.8 \cdot (4.20 + 2.94)} = 0.96$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.96} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2836$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 4.20 \cdot 2.94}{0.2836 \cdot 0.8} = 10885.04lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{10885.04}{3600} = 3$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.20 \cdot 2.94}{3}} = 2.02m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.20}{2.02} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2.94}{2.02} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 2 = 4 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.20}{2} = 2.10m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{2.94}{2} = 1.47m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{4 \cdot 3600 \cdot 0.2836 \cdot 0.8}{4.20 \cdot 2.94} = 264.58lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Fotocopias**

$$x=4.27 \text{ m}$$

$$y=5.15 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.27 \cdot 5.15}{1.8 \cdot (4.27 + 5.15)} = 1.21$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.21} = \frac{0.64 - 0.59}{0.64 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.63$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 4.27 \cdot 5.15}{0.63 \cdot 0.8} = 13089.6 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{13089.6}{2600} = 6$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.27 \cdot 5.15}{6}} = 1.91m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.27}{1.91} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{5.15}{1.91} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 3 = 6 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.27}{2} = 2.135m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{5.15}{3} = 1.716m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 2600 \cdot 0.63 \cdot 0.8}{4.27 \cdot 5.15} = 357.53lux \geq 300lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Pasillo Fotocopias**

$$x=2.50 \text{ m}$$

$$y=8.12 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.5 \cdot 8.12}{1.8 \cdot (2.5 + 8.12)} = 1.062$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.062} = \frac{0.64 - 0.59}{0.64 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.6024$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 2.5 \cdot 8.12}{0.6024 \cdot 0.8} = 12636.95 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{12636.95}{2600} = 5$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.5 \cdot 8.12}{5}} = 2.015 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.5}{2.015} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{8.12}{2.015} = 4$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 4 = 8 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{8.12}{4} = 2.03 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{8 \cdot 2600 \cdot 0.6024 \cdot 0.8}{2.5 \cdot 8.12} = 493.78 \text{lux} \geq 300 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Almacén instalaciones 1**

$$x=3.11 \text{ m}$$

$$y=1.60 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.11 \cdot 1.60}{1.8 \cdot (3.11 + 1.60)} = 0.587$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6-0}{0.6-0.587} = \frac{0.45-0}{0.45-\eta} \Rightarrow \eta = 0.44$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 3.11 \cdot 1.60}{0.44 \cdot 0.8} = 2827.27 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{2827.27}{2600} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.11 \cdot 1.60}{2}} = 1.57 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.11}{1.57} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.60}{1.57} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 2 = 2 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.11}{2} = 1.555 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.60}{1} = 1.60 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{2 \cdot 2600 \cdot 0.44 \cdot 0.8}{3.11 \cdot 1.60} = 367.84 \text{lux} \geq 200 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Pasillo 1**

$$x=25.27 \text{ m}$$

$$y=1.49 \text{m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{25.27 \cdot 1.49}{2.65 \cdot (25.27 + 1.49)} = 0.5309$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.5309} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.39$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 25.27 \cdot 1.49}{0.39 \cdot 0.8} = 36204.13 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{36204.13}{2600} = 14$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{25.27 \cdot 1.49}{14}} = 1.63 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{25.27}{1.63} = 16$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.49}{1.63} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 16 \cdot 1 = 16 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{25.27}{16} = 1.5796 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{ m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{1.49}{1} = 1.49 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{16 \cdot 2600 \cdot 0.39 \cdot 0.8}{25.27 \cdot 1.49} = 344.71 \text{ lux} \geq 300 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Pasillo 2**

$$x=1.80 \text{ m}$$

$$y=7.07 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{1.80 \cdot 7.07}{2.65 \cdot (1.80 + 7.07)} = 0.5415$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.5415} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.406$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1.80 \cdot 7.07}{0.406 \cdot 0.8} = 11754.31 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{11754.31}{2600} = 5$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{1.80 \cdot 7.07}{5}} = 1.78 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{1.80}{1.78} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{7.07}{1.78} = 5$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 5 = 5 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{1.80}{1} = 1.8 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{ m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{7.07}{5} = 1.41m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{5 \cdot 2600 \cdot 0.406 \cdot 0.8}{1.80 \cdot 7.07} = 331.79lux \geq 300lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Pasillo 3**

$$x=1.40 \text{ m}$$

$$y=7.60m$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{1.40 \cdot 7.60}{2.65 \cdot (1.40 + 7.60)} = 0.44612$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.44612} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.33$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1.40 \cdot 7.60}{0.33 \cdot 0.8} = 12090.9lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{12090.9}{2600} = 5$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{1.40 \cdot 7.60}{5}} = 1.45m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{1.40}{1.45} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{7.60}{1.45} = 6$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 6 = 6 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{1.40}{1} = 1.4m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{7.60}{6} = 1.26m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 2600 \cdot 0.33 \cdot 0.8}{1.40 \cdot 7.60} = 387.06lux \geq 300lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Pasillo 4**

$$x=28.61m$$

$$y=1.50m$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{28.61 \cdot 1.50}{2.65 \cdot (28.61 + 1.50)} = 0.53$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.53} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.4$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 28.61 \cdot 1.50}{0.4 \cdot 0.8} = 40232.81lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{40232.81}{2600} = 16$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{28.61 \cdot 1.50}{16}} = 1.63m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{28.61}{1.63} = 18$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.5}{1.63} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 18 \cdot 1 = 18 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{28.61}{18} = 1.589m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.50}{1} = 1.50m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{18 \cdot 2600 \cdot 0.4 \cdot 0.8}{28.61 \cdot 1.50} = 348.96lux \geq 300lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Pasillo 5**

$$x=1.81m$$

$$y=6.19m$$

$$H=2.65 m$$

$$E=300 lux$$

$$p=0 m$$

$$d=0 m$$

Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 lm$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 m$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{1.81 \cdot 6.19}{2.65 \cdot (1.81 + 6.19)} = 0.52$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.52} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.39$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1.81 \cdot 6.19}{0.39 \cdot 0.8} = 10772.98lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{10772.98}{2600} = 5$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{1.81 \cdot 6.19}{5}} = 1.496m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{1.81}{1.496} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{6.19}{1.496} = 5$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 5 = 5 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{1.81}{1} = 1.81m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{6.19}{5} = 1.238m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{5 \cdot 2600 \cdot 0.39 \cdot 0.8}{1.81 \cdot 6.19} = 362.01lux \geq 300lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal)**

3 cuartos de:

$$x=5.86 \text{ m}$$

$$y=1.97 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.86 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (5.86 + 1.97)} = 0.81$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1-0.75}{1-0.81} = \frac{0.29-0.25}{0.29-\eta} \Rightarrow \eta = 0.2612$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.86 \cdot 1.97}{0.2612 \cdot 0.8} = 27622.99 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{27622.99}{3600} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.86 \cdot 1.97}{8}} = 1.20 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.86}{1.20} = 5$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.20} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 5 \cdot 2 = 10 \text{ Luminarias por cuarto (30 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.86}{5} = 1.172 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{ m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{1.97}{2} = 0.985 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{10 \cdot 3600 \cdot 0.2612 \cdot 0.8}{5.86 \cdot 1.97} = 651.63 \text{ lux} \geq 500 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 2)**

3 cuartos de:

x=5.8 m

y=1.97 m

H=2.65 m

E=500 lux

p=0.85 m

d=0 m

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$\phi_L = 3600 \text{ lm}$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.8 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (5.8 + 1.97)} = 0.81$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.81} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2612$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.8 \cdot 1.97}{0.2612 \cdot 0.8} = 27622.99 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{27622.99}{3600} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.8 \cdot 1.97}{8}} = 1.195 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.86}{1.195} = 5$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.195} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 5 \cdot 2 = 10 \text{ Luminarias por cuarto (30 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.80}{5} = 1.16 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{ m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{1.97}{2} = 0.985 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{10 \cdot 3600 \cdot 0.2612 \cdot 0.8}{5.8 \cdot 1.97} = 658.37 \text{ lux} \geq 500 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 3)**

3 cuartos de:

$$x=5.86 \text{ m}$$

$$y=1.97 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.86 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (5.86 + 1.97)} = 0.81$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.81} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2612$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.86 \cdot 1.97}{0.2612 \cdot 0.8} = 27622.99 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{27622.99}{3600} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.86 \cdot 1.97}{8}} = 1.20 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.86}{1.20} = 5$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.20} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 5 \cdot 2 = 10 \text{ Luminarias por cuarto (30 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.86}{5} = 1.172 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.97}{2} = 0.985m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{10 \cdot 3600 \cdot 0.2612 \cdot 0.8}{5.86 \cdot 1.97} = 651.63lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 4)**

3 cuartos de:

$$x=2.97 \text{ m}$$

$$y=1.97 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.97 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (2.97 + 1.97)} = 0.657$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.657} = \frac{0.25 - 0}{0.25 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2191$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 2.97 \cdot 1.97}{0.2191 \cdot 0.8} = 16690lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{16690}{3600} = 5$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.97 \cdot 1.97}{5}} = 1.08m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.97}{1.08} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.08} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Luminarias por cuarto (18 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.97}{3} = 0.99m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.97}{2} = 0.985m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 0.2191 \cdot 0.8}{2.97 \cdot 1.97} = 647.08lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 5)**

3 cuartos de:

$$x=2.90 \text{ m}$$

$$y=1.97 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.90 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (2.90 + 1.97)} = 0.65$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.65} = \frac{0.25 - 0}{0.25 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.216$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 2.90 \cdot 1.97}{0.216 \cdot 0.8} = 16903.27 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{16903.27}{3600} = 5$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.90 \cdot 1.97}{5}} = 1.08m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.90}{1.08} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.08} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Luminarias por cuarto (18 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.90}{3} = 0.96m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.97}{2} = 0.985m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 0.216 \cdot 0.8}{2.90 \cdot 1.97} = 653.33lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 6)**

3 cuartos de:

$$x=5.8 \text{ m}$$

$$y=1.97 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.8 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (5.8 + 1.97)} = 0.81$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1-0.75}{1-0.81} = \frac{0.29-0.25}{0.29-\eta} \Rightarrow \eta = 0.2612$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.8 \cdot 1.97}{0.2612 \cdot 0.8} = 27622.99 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{27622.99}{3600} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.8 \cdot 1.97}{8}} = 1.195 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.86}{1.195} = 5$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.195} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 5 \cdot 2 = 10 \text{ Luminarias por cuarto (30 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.80}{5} = 1.16 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{ m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.97}{2} = 0.985 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{10 \cdot 3600 \cdot 0.2612 \cdot 0.8}{5.8 \cdot 1.97} = 658.37 \text{ lux} \geq 500 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 7)**

3 cuartos de:

x=2.90 m

y=1.97 m

H=2.65 m

E=500 lux

p=0.85 m

d=0 m

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$\phi_L = 3600 \text{ lm}$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.90 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (2.90 + 1.97)} = 0.65$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.65} = \frac{0.25 - 0}{0.25 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.216$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 2.90 \cdot 1.97}{0.216 \cdot 0.8} = 16903.27 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{16903.27}{3600} = 5$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.90 \cdot 1.97}{5}} = 1.08 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.90}{1.08} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.08} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Luminarias por cuarto (18 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.90}{3} = 0.96 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{1.97}{2} = 0.985 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 0.216 \cdot 0.8}{2.90 \cdot 1.97} = 653.33 \text{lux} \geq 500 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 8)**

3 cuartos de:

x=2.90 m

y=1.97 m

H=2.65 m

E=500 lux

p=0.85 m

d=0 m

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.90 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (2.90 + 1.97)} = 0.65$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.65} = \frac{0.25 - 0}{0.25 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.216$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 2.90 \cdot 1.97}{0.216 \cdot 0.8} = 16903.27 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{16903.27}{3600} = 5$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.90 \cdot 1.97}{5}} = 1.08 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.90}{1.08} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.08} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Luminarias por cuarto (18 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.90}{3} = 0.96 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{ m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{1.97}{2} = 0.985 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 0.216 \cdot 0.8}{2.90 \cdot 1.97} = 653.33 \text{ lux} \geq 500 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 9)**

3 cuartos de:

$$x=5.8 \text{ m}$$

$$y=1.97 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.8 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (5.8 + 1.97)} = 0.81$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.81} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2612$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.8 \cdot 1.97}{0.2612 \cdot 0.8} = 27622.99 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{27622.99}{3600} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.8 \cdot 1.97}{8}} = 1.195 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.86}{1.195} = 5$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.195} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 5 \cdot 2 = 10 \text{ Luminarias por cuarto (30 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.80}{5} = 1.16 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.97}{2} = 0.985m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{10 \cdot 3600 \cdot 0.2612 \cdot 0.8}{5.8 \cdot 1.97} = 658.37lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Oficina (Personal 10)**

3 cuartos de:

$$x=5.8 \text{ m}$$

$$y=1.97 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.8 \cdot 1.97}{1.8 \cdot (5.8 + 1.97)} = 0.81$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.81} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2612$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.8 \cdot 1.97}{0.2612 \cdot 0.8} = 27622.99 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{27622.99}{3600} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.8 \cdot 1.97}{8}} = 1.195 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.86}{1.195} = 5$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.97}{1.195} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 5 \cdot 2 = 10 \text{ Luminarias por cuarto (30 en total)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.80}{5} = 1.16m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.97}{2} = 0.985m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{10 \cdot 3600 \cdot 0.2612 \cdot 0.8}{5.8 \cdot 1.97} = 658.37lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

• **I+D**

$$x=2.95 \text{ m}$$

$$y=9.16 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.95 \cdot 9.16}{1.8 \cdot (2.95 + 9.16)} = 1.24$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.24} = \frac{0.32 - 0.29}{0.32 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.3188$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 2.95 \cdot 9.16}{0.3188 \cdot 0.8} = 52976lm$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{52976}{3600} = 15$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.95 \cdot 9.16}{15}} = 1.342m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.95}{1.342} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{9.16}{1.342} = 6$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 6 = 18 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.95}{3} = 0.983m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{9.16}{6} = 1.526m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{18 \cdot 3600 \cdot 0.3188 \cdot 0.8}{2.95 \cdot 9.16} = 611.59lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- Almacén instalaciones 2

$$x=3.25 \text{ m}$$

$$y=2.45m$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.25 \cdot 2.45}{2.65 \cdot (3.25 + 2.45)} = 0.527$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.527} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.395$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 3.25 \cdot 2.45}{0.395 \cdot 0.8} = 5039.55lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{5039.55}{2600} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.25 \cdot 2.45}{2}} = 1.99m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.25}{1.99} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2.45}{1.99} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 2 = 4 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.25}{2} = 1.625m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{2.45}{2} = 1.225m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{4 \cdot 2600 \cdot 0.395 \cdot 0.8}{3.25 \cdot 2.45} = 412lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Aseo adaptado**

$$x=3.25 \text{ m}$$

$$y=2.20m$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=100 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.25 \cdot 2.20}{2.65 \cdot (3.25 + 2.20)} = 0.47$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6-0}{0.6-0.47} = \frac{0.45-0}{0.45-\eta} \Rightarrow \eta = 0.352$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 3.25 \cdot 2.20}{0.352 \cdot 0.8} = 2539 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{2539}{2600} = 1$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.25 \cdot 2.20}{1}} = 2.67 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.25}{2.67} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2.2}{2.67} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 1 = 2 \text{ Luminarias.}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.25}{2} = 1.625 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{ m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{2.20}{1} = 2.20 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{2 \cdot 2600 \cdot 0.352 \cdot 0.8}{3.25 \cdot 2.2} = 204.8 \text{ lux} \geq 100 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Sala de espera 2**

$$x=3.55 \text{ m}$$

$$y=2.80 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.55 \cdot 2.8}{2.65 \cdot (3.55 + 2.8)} = 0.6$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.6} = \frac{0.25 - 0}{0.25 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 3.55 \cdot 2.8}{0.2 \cdot 0.8} = 12425 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{12425}{3600} = 4$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.55 \cdot 2.8}{4}} = 1.57 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.55}{1.57} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2.80}{1.57} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.55}{3} = 1.18 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{2.80}{2} = 1.40 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 0.2 \cdot 0.8}{3.55 \cdot 2.8} = 347 \text{lux} \geq 200 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Ingeniero 1**

$$x=3.02 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=750 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.02 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (3.02 + 3.76)} = 0.93$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.93} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2789$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{750 \cdot 3.02 \cdot 3.76}{0.2789 \cdot 0.8} = 38169.59 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{38169.59}{3600} = 11$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.02 \cdot 3.76}{11}} = 1.016 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.02}{1.016} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{1.016} = 4$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 4 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.02}{3} = 1.006 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{ m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.76}{4} = 0.94m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.2789 \cdot 0.8}{3.02 \cdot 3.76} = 848.84lux \geq 750lux \Rightarrow \text{correcto}$$

• **Ingeniero 2**

$$x=2.53 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=750 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.53 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (2.53 + 3.76)} = 0.84$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.93} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2644$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{750 \cdot 2.53 \cdot 3.76}{0.2644 \cdot 0.8} = 33730.14lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{33730.14}{3600} = 10$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.53 \cdot 3.76}{10}} = 0.9753m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.53}{0.9753} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{0.9753} = 4$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 4 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.53}{3} = 0.843m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.76}{4} = 0.94m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.2644 \cdot 0.8}{2.53 \cdot 3.76} = 960lux \geq 750lux \Rightarrow \text{correcto}$$

• **Ingeniero 3**

$$x=2.53 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=750 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.53 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (2.53 + 3.76)} = 0.84$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1-0.75}{1-0.93} = \frac{0.29-0.25}{0.29-\eta} \Rightarrow \eta = 0.2644$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{750 \cdot 2.53 \cdot 3.76}{0.2644 \cdot 0.8} = 33730.14lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{33730.14}{3600} = 10$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.53 \cdot 3.76}{10}} = 0.9753m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.53}{0.9753} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{0.9753} = 4$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 4 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.53}{3} = 0.843m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.76}{4} = 0.94m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.2644 \cdot 0.8}{2.53 \cdot 3.76} = 960lux \geq 750lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- Sala de entrevistas

$$x=3.02 \text{ m}$$

$$y=3.09 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.02 \cdot 3.09}{1.8 \cdot (3.02 + 3.09)} = 0.8485$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.93} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2657$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 3.02 \cdot 3.09}{0.2657 \cdot 0.8} = 21950.97lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{21950.97}{3600} = 7$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.02 \cdot 3.09}{7}} = 1.1546m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.02}{1.1546} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.09}{1.1546} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 3 = 9 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.02}{3} = 1.006m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{3.09}{3} = 1.03m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{9 \cdot 3600 \cdot 0.2657 \cdot 0.8}{3.02 \cdot 3.09} = 738lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Sala de reuniones**

$$x=5.13 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.13 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (5.13 + 3.76)} = 1.2054$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.2054} = \frac{0.32 - 0.29}{0.32 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.315$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.13 \cdot 3.76}{0.315 \cdot 0.8} = 38271.43 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{38271.43}{3600} = 11$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.13 \cdot 3.76}{11}} = 1.32 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.13}{1.32} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{1.32} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 3 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.13}{4} = 1.2825 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{ m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.76}{3} = 1.253 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.315 \cdot 0.8}{5.13 \cdot 3.76} = 564 \text{ lux} \geq 500 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **WC Mujeres**

x=3.14 m

y=1.67 m

H=2.65 m

E=200 lux

p=0 m

d=0 m

Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$\phi_L = 2600 \text{ lm}$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.14 \cdot 1.67}{2.65 \cdot (3.14 + 1.67)} = 0.4$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.4} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.3$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 3.14 \cdot 1.67}{0.3 \cdot 0.8} = 4369.83 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{4369.83}{2600} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.14 \cdot 1.67}{2}} = 1.62 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.14}{1.62} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.67}{1.62} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 1 = 2 \text{ Luminarias} + 3 \text{ down Light (1 por cabina)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.14}{2} = 1.57 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{ m Cuple}$$

$$e_2 = \frac{1.67}{1} = 1.67 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{2 \cdot 2600 \cdot 0.3 \cdot 0.8}{3.14 \cdot 1.67} = 238 \text{ lux} \geq 200 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **WC Hombres**

$$x=3.14 \text{ m}$$

$$y=1.67 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L=2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.14 \cdot 1.67}{2.65 \cdot (3.14 + 1.67)} = 0.4$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.4} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.3$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 3.14 \cdot 1.67}{0.3 \cdot 0.8} = 4369.83 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{4369.83}{2600} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.14 \cdot 1.67}{2}} = 1.62 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.14}{1.62} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.67}{1.62} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 1 = 2 \text{ Luminarias} + 3 \text{ down Light (1 por cabina)}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.14}{2} = 1.57 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{ m Cuple}$$

$$e_1 = \frac{1.67}{1} = 1.67m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{2 \cdot 2600 \cdot 0.3 \cdot 0.8}{3.14 \cdot 1.67} = 238lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Despacho 1**

$$x=3.04 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.04 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (3.04 + 3.76)} = 0.93$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.93} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2789$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 3.04 \cdot 3.76}{0.2789 \cdot 0.8} = 25614.91 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{25614.91}{3600} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.04 \cdot 3.76}{8}} = 1.19 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.04}{1.19} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{1.19} = 4$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 4 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.04}{3} = 1.013m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.76}{4} = 0.94m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.2789 \cdot 0.8}{3.04 \cdot 3.76} = 843lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Despacho 2**

$$x=4.21 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.21 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (4.21 + 3.76)} = 1.10$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.10} = \frac{0.32 - 0.29}{0.32 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.3032$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 4.21 \cdot 3.76}{0.3032 \cdot 0.8} = 32630 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{32630}{3600} = 10$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.21 \cdot 3.76}{10}} = 1.258m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.21}{1.258} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{1.258} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 3 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.21}{4} = 1.05m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{3.76}{3} = 1.253m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.3032 \cdot 0.8}{4.21 \cdot 3.76} = 661lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Despacho 3**

$$x=4.21 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.21 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (4.21 + 3.76)} = 1.10$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.10} = \frac{0.32 - 0.29}{0.32 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.3032$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 4.21 \cdot 3.76}{0.3032 \cdot 0.8} = 32630 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{32630}{3600} = 10$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.21 \cdot 3.76}{10}} = 1.258m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.21}{1.258} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{1.258} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 3 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.21}{4} = 1.05m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{3.76}{3} = 1.253m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.3032 \cdot 0.8}{4.21 \cdot 3.76} = 661lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Despacho 4**

$$x=2.48 \text{ m}$$

$$y=3.60 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.48 \cdot 3.60}{1.8 \cdot (2.48 + 3.6)} = 0.83$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1-0.75}{1-0.83} = \frac{0.29-0.25}{0.29-\eta} \Rightarrow \eta = 0.2622$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 2.48 \cdot 3.60}{0.2622 \cdot 0.8} = 21636 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{21636}{3600} = 7$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.48 \cdot 3.60}{7}} = 1.13 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.48}{1.13} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.60}{1.13} = 4$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 4 = 8 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.48}{2} = 1.24 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.60}{4} = 0.9 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{8 \cdot 3600 \cdot 0.2622 \cdot 0.8}{2.48 \cdot 3.60} = 676.64 \text{lux} \geq 500 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Sala de reuniones 1**

$$x=2.38 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.38 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (2.38 + 3.76)} = 0.8$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.8} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.258$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 2.38 \cdot 3.76}{0.258 \cdot 0.8} = 21678 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{21678}{3600} = 7$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.38 \cdot 3.76}{7}} = 1.13 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.38}{1.13} = 2$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{1.13} = 4$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 4 = 8 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.38}{2} = 1.19 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{3.76}{4} = 0.9 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{8 \cdot 3600 \cdot 0.258 \cdot 0.8}{2.38 \cdot 3.76} = 664 \text{lux} \geq 500 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- Sala de reuniones 2

$$x=2.50 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.50 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (2.50 + 3.76)} = 0.83$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.83} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2645$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 2.50 \cdot 3.76}{0.2645 \cdot 0.8} = 22211 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{22211}{3600} = 7$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.50 \cdot 3.76}{7}} = 1.158 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.50}{1.158} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{1.158} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 3 = 9 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.50}{3} = 0.83 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{ m Cuple}$$

$$e_1 = \frac{3.76}{3} = 1.253m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{9 \cdot 3600 \cdot 0.2645 \cdot 0.8}{2.5 \cdot 3.76} = 729lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Gerente**

$$x=4.91 \text{ m}$$

$$y=3.76 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.91 \cdot 3.76}{1.8 \cdot (4.91 + 3.76)} = 1.183$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.183} = \frac{0.32 - 0.29}{0.32 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.312$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 4.91 \cdot 3.76}{0.312 \cdot 0.8} = 36982lm$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{36982}{3600} = 11$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.91 \cdot 3.76}{11}} = 1.295m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.91}{1.295} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.76}{1.295} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 3 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.91}{4} = 1.2275m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.76}{3} = 1.253m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.312 \cdot 0.8}{4.91 \cdot 3.76} = 584lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- Acceso escaleras

$$x=1.84 \text{ m}$$

$$y=3.74 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Fluorescente empotrado \rightarrow TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L = 2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{1.84 \cdot 3.74}{2.65 \cdot (1.84 + 3.74)} = 0.46$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.46} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.345$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1.84 \cdot 3.74}{0.345 \cdot 0.8} = 7480 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{7480}{2600} = 3$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{1.84 \cdot 3.74}{3}} = 1.51 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{1.84}{1.51} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.74}{1.51} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 3 = 3 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{1.84}{1} = 1.84m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.74}{3} = 1.246m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{3 \cdot 2600 \cdot 0.345 \cdot 0.8}{1.84 \cdot 3.74} = 312.83lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

HALL RECIBIDOR

- **Hall**

$$x=5.68 \text{ m}$$

$$y=4.4 \text{ m}$$

$$H=9.41 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow FBS 280 2XPL-T/4P57W/840 HFP C PI WH

$$\phi_L = 8600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 9.41 - 0 - 0 = 9.41 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.68 \cdot 4.4}{9.41 \cdot (5.68 + 4.4)} = 0.26$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.26} = \frac{0.33 - 0}{0.33 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.143$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 5.68 \cdot 4.4}{0.143 \cdot 0.8} = 43692.30lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{43692.30}{8600} = 6$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.68 \cdot 4.4}{6}} = 2.04m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.68}{2.04} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.4}{2.04} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 3 = 9 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.68}{3} = 1.893m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.5 \cdot 9.41 = 14.115m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{4.4}{3} = 1.466m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{9 \cdot 8600 \cdot 0.143 \cdot 0.8}{5.68 \cdot 4.4} = 354.29lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Acceso a la zona de oficinas planta baja**

$$x=4.23 \text{ m}$$

$$y=1.20m$$

$$H=3.07 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 8600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 3.07 - 0 - 0 = 3.07 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.23 \cdot 1.20}{3.07 \cdot (4.23 + 1.20)} = 0.3$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75-0}{0.75-0.3} = \frac{0.25-0}{0.25-\eta} \Rightarrow \eta = 0.1$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 4.23 \cdot 1.20}{0.1 \cdot 0.8} = 12609 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{12609}{3600} = 4$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.23 \cdot 1.20}{4}} = 1.126 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.23}{1.126} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.20}{1.126} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 1 = 4 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.23}{4} = 1.0575 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 3.07 = 4.912 \text{ m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.20}{1} = 1.20 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{4 \cdot 3600 \cdot 0.1 \cdot 0.8}{4.23 \cdot 1.20} = 226.95 \text{ lux} \geq 200 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

OFICINAS PLANTA BAJA

- **Pasillo**

x=18.03 m

y=1.20m

H=2.65 m

E=300 lux

p=0 m

d=0 m

Fluorescente empotrado → TBS 411 1x28W/840 HFP D8 PI

$$\phi_L = 2600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{18.03 \cdot 1.20}{2.65 \cdot (18.03 + 1.20)} = 0.42$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.42} = \frac{0.45 - 0}{0.45 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.315$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18.03 \cdot 1.20}{0.315 \cdot 0.8} = 25757 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{25757}{2600} = 10$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{18.03 \cdot 1.20}{10}} = 1.47 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{18.03}{1.47} = 13$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.20}{1.47} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 13 \cdot 1 = 13 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{18.03}{13} = 1.387 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{ m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.20}{1} = 1.2 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{13 \cdot 2600 \cdot 0.315 \cdot 0.8}{18.03 \cdot 1.20} = 393.67 \text{ lux} \geq 300 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Despacho 1**

$$x=5.19 \text{ m}$$

$$y=3.13 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.19 \cdot 3.13}{1.8 \cdot (5.19 + 3.13)} = 1.08$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.08} = \frac{0.32 - 0.29}{0.32 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2997$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.19 \cdot 3.13}{0.2997 \cdot 0.8} = 33877 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{33877}{3600} = 10$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.19 \cdot 3.13}{10}} = 1.27 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.19}{1.27} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.13}{1.27} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 4 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.19}{4} = 1.297 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88 \text{ m Cuple}$$

$$e_1 = \frac{3.13}{3} = 1.04m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.2997 \cdot 0.8}{5.19 \cdot 3.13} = 637lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Despacho 2**

$$x=5.09 \text{ m}$$

$$y=3.13 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.09 \cdot 3.13}{1.8 \cdot (5.09 + 3.13)} = 1.06$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.06} = \frac{0.32 - 0.29}{0.32 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.298$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 5.19 \cdot 3.13}{0.298 \cdot 0.8} = 33357 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{33357}{3600} = 10$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.09 \cdot 3.13}{10}} = 1.27 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.19}{1.27} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.13}{1.27} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 4 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.19}{4} = 1.297m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.13}{3} = 1.04m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.298 \cdot 0.8}{5.09 \cdot 3.13} = 646lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Sala de reuniones**

$$x=3.34 \text{ m}$$

$$y=3.13 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3.34 \cdot 3.13}{1.8 \cdot (3.34 + 3.13)} = 0.8976$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.8976} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2737$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 3.34 \cdot 3.13}{0.2737 \cdot 0.8} = 23872.4lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{23872}{3600} = 7$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3.34 \cdot 3.13}{7}} = 1.22m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3.34}{1.22} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.13}{1.22} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 3 = 9 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3.34}{3} = 1.113m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.13}{3} = 1.04m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{9 \cdot 3600 \cdot 0.2737 \cdot 0.8}{3.34 \cdot 3.13} = 678lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

• **Despacho 3**

$$x=4.14 \text{ m}$$

$$y=3.13 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=500 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0.85 - 0 = 1.8 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.14 \cdot 3.13}{1.8 \cdot (4.14 + 3.13)} = 0.9902$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.9902} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2884$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 4.14 \cdot 3.13}{0.2884 \cdot 0.8} = 28082 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{28082}{3600} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.14 \cdot 3.13}{8}} = 1.27m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.14}{1.27} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{3.13}{1.27} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 3 = 9 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.14}{3} = 1.38m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 1.8 = 2.88m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{3.13}{3} = 1.04m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{9 \cdot 3600 \cdot 0.2884 \cdot 0.8}{4.14 \cdot 3.13} = 576lux \geq 500lux \Rightarrow \text{correcto}$$

ZONA DE VESTUARIOS

- **Baños hombres**

$$x=6.29 \text{ m}$$

$$y=4.40 \text{ m}$$

$$H=2.6 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.6 - 0 - 0 = 2.6 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{6.29 \cdot 4.40}{2.6 \cdot (6.29 + 4.40)} = 0.995$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.995} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2892$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 6.29 \cdot 4.40}{0.2892 \cdot 0.8} = 23925 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{23925}{3600} = 7$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{6.29 \cdot 4.40}{7}} = 1.98 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{6.29}{1.98} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.40}{1.98} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 3 = 12 \text{Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{6.29}{4} = 1.57 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.6 = 4.16 \text{m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{4.40}{3} = 1.46 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 0.2892 \cdot 0.8}{6.29 \cdot 4.40} = 361 \text{lux} \geq 200 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Baños mujeres**

$$x=5.29 \text{ m}$$

$$y=4.40 \text{ m}$$

$$H=2.6 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.6 - 0 - 0 = 2.6 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.29 \cdot 4.40}{2.6 \cdot (5.29 + 4.40)} = 0.9238$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.9238} = \frac{0.29 - 0.25}{0.29 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2781$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 5.29 \cdot 4.40}{0.2781 \cdot 0.8} = 20924.12 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{20924.12}{3600} = 6$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.29 \cdot 4.40}{6}} = 1.96 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.29}{1.96} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.40}{1.98} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 3 = 9 \text{Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.29}{3} = 1.763 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.6 = 4.16 \text{m Cumples}$$

$$e_1 = \frac{4.40}{3} = 1.46 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{9 \cdot 3600 \cdot 0.2781 \cdot 0.8}{5.29 \cdot 4.40} = 309 \text{lux} \geq 200 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- Vestuarios hombres

$$x=9.62 \text{ m}$$

$$y=2.93 \text{ m}$$

$$H=2.6 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Fluorescentes estancas → TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT
IP65

$$\phi_L = 6700 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.6 - 0 - 0 = 2.6 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{9.62 \cdot 2.93}{2.6 \cdot (9.62 + 2.93)} = 0.864$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.8}{1 - 0.864} = \frac{0.49 - 0.44}{0.49 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.4561$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 9.62 \cdot 2.93}{0.4561 \cdot 0.7} = 17656.9 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{17656.9}{6700} = 3$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{9.62 \cdot 2.93}{3}} = 3.06 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{9.62}{3.06} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.40}{3.06} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 1 = 4 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{9.62}{4} = 2.405 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.6 = 4.16m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{2.93}{1} = 2.93m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{4 \cdot 6700 \cdot 0.4561 \cdot 0.7}{9.62 \cdot 2.93} = 304lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Vestuarios mujeres**

$$x=9.62 \text{ m}$$

$$y=2.93 \text{ m}$$

$$H=2.6 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Fluorescentes estancas \rightarrow TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT IP65

$$\phi_L = 6700 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.6 - 0 - 0 = 2.6 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{9.62 \cdot 2.93}{2.6 \cdot (9.62 + 2.93)} = 0.864$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.8}{1 - 0.864} = \frac{0.49 - 0.44}{0.49 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.4561$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 9.62 \cdot 2.93}{0.4561 \cdot 0.7} = 17656.9 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{17656.9}{6700} = 3$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{9.62 \cdot 2.93}{3}} = 3.06 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{9.62}{3.06} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2.93}{3.06} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 1 = 4 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{9.62}{4} = 2.405m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.6 = 4.16m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{2.93}{1} = 2.93m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{4 \cdot 6700 \cdot 0.4561 \cdot 0.7}{9.62 \cdot 2.93} = 304lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Duchas hombres**

$$x=9.62 \text{ m}$$

$$y=1.37 \text{ m}$$

$$H=2.6 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Fluorescentes estancas \rightarrow TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT
IP65

$$\phi_L=6700 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.6 - 0 - 0 = 2.6 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{9.62 \cdot 1.37}{2.6 \cdot (9.62 + 1.37)} = 0.46$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.46} = \frac{0.37 - 0}{0.37 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2836$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 9.62 \cdot 1.37}{0.2836 \cdot 0.7} = 13278lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{13278}{6700} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{9.62 \cdot 1.37}{2}} = 2.56m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{9.62}{2.56} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.37}{2.56} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 1 = 4 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{9.62}{4} = 2.405m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.6 = 4.16m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.37}{1} = 1.37m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{4 \cdot 6700 \cdot 0.2836 \cdot 0.7}{9.62 \cdot 1.37} = 404lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Duchas mujeres**

$$x=9.62 \text{ m}$$

$$y=1.37 \text{ m}$$

$$H=2.6 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Fluorescentes estancas \rightarrow TBS 324 2xTL-D36W/830 HFP C5 GT

IP65

$$\phi_L = 6700 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.6 - 0 - 0 = 2.6 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{9.62 \cdot 1.37}{2.6 \cdot (9.62 + 1.37)} = 0.46$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.46} = \frac{0.37 - 0}{0.37 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2836$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 9.62 \cdot 1.37}{0.2836 \cdot 0.7} = 13278 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{13278}{6700} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{9.62 \cdot 1.37}{2}} = 2.56 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{9.62}{2.56} = 4$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.37}{2.56} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 1 = 4 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{9.62}{4} = 2.405 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.6 = 4.16 \text{ m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.37}{1} = 1.37 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{4 \cdot 6700 \cdot 0.2836 \cdot 0.7}{9.62 \cdot 1.37} = 404 \text{ lux} \geq 200 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

ALMACENES

- Almacén oficinas

$$x=20.73 \text{ m}$$

$$y=4.30 \text{ m}$$

$$H=2.58 \text{ m}$$

$$E=100 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Fluorescente montaje superficial \rightarrow TCS 640 1x35W/840 HFP C8

ALU

$$\phi_L = 3300 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.58 - 0 - 0 = 2.58 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{20.73 \cdot 4.30}{2.58 \cdot (20.73 + 4.30)} = 1.38$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.5 - 1.25}{1.5 - 1.38} = \frac{0.61 - 0.57}{0.61 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.5459$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 20.73 \cdot 4.30}{0.59 \cdot 0.65} = 23243lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{23243}{3300} = 8$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{20.73 \cdot 4.30}{8}} = 3.33m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{20.73}{3.33} = 7$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.30}{3.33} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 7 \cdot 2 = 14 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{20.73}{7} = 2.96m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.58 = 4.128m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{4.30}{2} = 2.15m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{14 \cdot 3300 \cdot 0.59 \cdot 0.65}{20.73 \cdot 4.30} = 198lux \geq 100lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- Almacén fabrica

$$x=34.06 \text{ m}$$

$$y=4.40 \text{ m}$$

$$H=3.15 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
ALU

$$\phi_L = 3300 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 3.15 - 0 - 0 = 3.15 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{34.06 \cdot 4.40}{3.15 \cdot (34.06 + 4.40)} = 1.23$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.25 - 1}{1.25 - 1.25} = \frac{0.57 - 0.52}{0.57 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.566$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 34.06 \cdot 4.40}{0.566 \cdot 0.65} = 81470 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{81470}{3300} = 24$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{34.06 \cdot 4.40}{24}} = 2.49 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{34.06}{2.49} = 14$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.40}{2.49} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 14 \cdot 2 = 28 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{34.06}{14} = 2.43 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 3.15 = 5.04m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{4.40}{2} = 2.2m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{28 \cdot 3300 \cdot 0.566 \cdot 0.65}{34.06 \cdot 4.40} = 226.83lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

VESTIBULOS

- *Vestíbulos sótano:*

- Vestíbulo 1

$$x=3m$$

$$y=1.20 \text{ m}$$

$$H=2.5 \text{ m}$$

$$E=100 \text{ lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.50 - 0 = 2.5$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{3 \cdot 1.20}{2.5 \cdot (3 + 1.20)} = 0.342$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.342} = \frac{0.24 - 0}{0.24 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.109$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 3 \cdot 1.20}{0.109 \cdot 0.65} = 5081lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{5081}{3600} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1.20}{2}} = 1.34m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{3}{1.34} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.20}{1.34} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 1 = 3 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{3}{3} = 1m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.5 = 4m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.20}{1} = 1.20m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{3 \cdot 3600 \cdot 0.109 \cdot 0.65}{3 \cdot 1.20} = 212.55lux \geq 100lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Pasillo ascensor vestíbulo 1**

$$x=1.57 \text{ m}$$

$$y=4.40 \text{ m}$$

$$H=2.5 \text{ m}$$

$$E=100lux$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.5 - 0 = 2.5$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{1.57 \cdot 4.40}{2.5 \cdot (1.57 + 4.40)} = 0.4628$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.4628} = \frac{0.24 - 0}{0.24 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.148$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 1.57 \cdot 4.40}{0.148 \cdot 0.65} = 7180lm$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{7180}{3600} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{1.57 \cdot 4.40}{2}} = 1.85m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{1.57}{1.85} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.40}{1.85} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 3 = 3 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{1.57}{1} = 1.57m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.5 = 4m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{4.40}{3} = 1.466m$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{3 \cdot 3600 \cdot 0.148 \cdot 0.65}{1.57 \cdot 4.40} = 150lux \geq 100lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- Vestíbulo 2

$$x=4.80$$

$$y=1.80$$

$$H=2.58m$$

$$E=100lux$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Fluorescente montaje superficial \rightarrow TCS 640 1x35W/840 HFP C8

ALU

$$\phi_L = 3300 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.58 - 0 - 0 = 2.58$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.80 \cdot 1.80}{2.58 \cdot (4.80 + 1.80)} = 0.5073$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.5073} = \frac{0.39 - 0}{0.39 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.329$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 4.80 \cdot 1.80}{0.329 \cdot 0.65} = 4040 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{4040}{3300} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.80 \cdot 1.80}{2}} = 2.078 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.80}{2.078} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.80}{2.078} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 1 = 3 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.80}{3} = 1.6 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.58 = 4.128 \text{m Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.80}{1} = 1.80 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{3 \cdot 3300 \cdot 0.329 \cdot 0.65}{4.80 \cdot 1.80} = 245 \text{lux} \geq 100 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- Acceso escaleras vestíbulo 2

$$x=1.50 \text{ m}$$

$$y=2.40 \text{ m}$$

$$H=2.65 \text{ m}$$

$$E=100 \text{lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
ALU

$$\phi_L = 3300 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.65 - 0 - 0 = 2.65 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{1.50 \cdot 2.40}{2.65 \cdot (1.50 + 2.40)} = 0.348$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.348} = \frac{0.39 - 0}{0.39 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.2262$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 1.50 \cdot 2.40}{0.2262 \cdot 0.65} = 2448 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{2448}{3300} = 1$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{1.50 \cdot 2.40}{1}} = 1.89 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{1.50}{1.89} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2.40}{1.89} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 1 = 1 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{1.50}{1} = 1.5 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.65 = 4.24 \text{m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{2.40}{1} = 2.40 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{1 \cdot 3300 \cdot 0.2262 \cdot 0.65}{1.50 \cdot 2.40} = 134 \text{lux} \geq 100 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Vestíbulo 4**

$$x=5.40 \text{ m}$$

$$y=1.80 \text{ m}$$

$$H=3.14 \text{ m}$$

$$E=100\text{lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
ALU

$$\phi_L = 3300 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 3.14 - 0 - 0 = 3.14 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{5.40 \cdot 1.80}{3.14 \cdot (5.40 + 1.80)} = 0.4299$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.4299} = \frac{0.39 - 0}{0.39 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.279435$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 5.40 \cdot 1.8}{0.2794 \cdot 0.65} = 5352 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{5352}{3300} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{5.40 \cdot 1.80}{2}} = 2.20 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{5.40}{2.20} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.80}{2.20} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 1 = 3 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{5.40}{3} = 1.8 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 3.14 = 5.024 \text{ m Cuple}$$

$$e_1 = \frac{1.80}{1} = 1.8m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{3 \cdot 3300 \cdot 0.2794 \cdot 0.65}{5.40 \cdot 1.80} = 184lux \geq 100lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Acceso escaleras vestíbulo 4**

$$x=1.50 \text{ m}$$

$$y=1.20 \text{ m}$$

$$H=3.14 \text{ m}$$

$$E=100lux$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Fluorescente montaje superficial \rightarrow TCS 640 1x35W/840 HFP C8 ALU

$$\phi_L=3300 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 3.14 - 0 - 0 = 3.14 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{1.50 \cdot 1.20}{3.14 \cdot (1.50 + 1.200)} = 0.2123$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.6 - 0}{0.6 - 0.2123} = \frac{0.39 - 0}{0.39 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.138$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 1.50 \cdot 1.20}{0.138 \cdot 0.6} = 2137 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{2137}{3300} = 1$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{1.20 \cdot 1.50}{1}} = 1.34 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{1.50}{1.34} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{1.20}{1.34} = 1$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 1 = 1 \text{ Luminaria}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{1.5}{1} = 1.5m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 3.14 = 5.024m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{1.20}{1} = 1.2m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{1 \cdot 3300 \cdot 0.138 \cdot 0.6}{1.50 \cdot 1.20} = 152lux \geq 100lux \Rightarrow \text{correcto}$$

▪ *Vestíbulos planta baja:*

• Vestíbulo 2

$$x=7.60 \text{ m}$$

$$y=4.40 \text{ m}$$

$$H=3.03 \text{ m}$$

$$E=100lux$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Fluorescente montaje superficial \rightarrow TCS 640 1x35W/840 HFP C8 ALU

$$\phi_L = 3300 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 3.03 - 0 - 0 = 3.03 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{7.60 \cdot 4.40}{3.03 \cdot (7.60 + 4.40)} = 0.92$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.8}{1 - 0.92} = \frac{0.59 - 0.53}{0.59 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.566$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 7.60 \cdot 4.40}{0.566 \cdot 0.7} = 8440lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{8440}{3300} = 3$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{7.60 \cdot 4.40}{3}} = 3.33m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{7.60}{3.33} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.40}{3.33} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{7.60}{3} = 2.53m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 3.03 = 4.848m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{4.40}{2} = 2.2m$$

Debido a la estructura del vestíbulo 2 que hay escaleras y una entrada se colocaran solo 4 luminarias.

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{4 \cdot 3300 \cdot 0.566 \cdot 0.7}{7.60 \cdot 4.40} = 157lux \geq 100lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Vestíbulo 3**

$$x=2.10 \text{ m}$$

$$y=2.93 \text{ m}$$

$$H=2.6 \text{ m}$$

$$E=100lux$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.6 - 0 = 2.6$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{2.10 \cdot 2.93}{2.6 \cdot (2.10 + 2.93)} = 0.470$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.470} = \frac{0.24 - 0}{0.24 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.1568$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 2.10 \cdot 2.93}{0.1568 \cdot 0.7} = 5606 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{5606}{3600} = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{2.10 \cdot 2.93}{2}} = 1.754 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{2.10}{1.754} = 1$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2.93}{1.85} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 1 \cdot 2 = 2 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{2.10}{1} = 2.10 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.5 = 4.16 \text{m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{2.93}{2} = 1.456 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{2 \cdot 3600 \cdot 0.1568 \cdot 0.7}{2.10 \cdot 2.93} = 129 \text{lux} \geq 100 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Vestíbulo 4**

$$x=6.20 \text{ m}$$

$$y=4.46 \text{ m}$$

$$H=2.60 \text{ m}$$

$$E=100 \text{lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Fluorescente montaje superficial → TCS 640 1x35W/840 HFP C8
ALU

$$\phi_L = 3300 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 2.6 - 0 - 0 = 2.60 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{6.20 \cdot 4.46}{2.60 \cdot (6.20 + 4.46)} = 0.9977$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.8}{1 - 0.9977} = \frac{0.57 - 0.51}{0.57 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.57$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 6.20 \cdot 4.46}{0.57 \cdot 0.65} = 7463 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{7463}{3300} = 3$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{6.20 \cdot 4.46}{3}} = 3.03 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{6.20}{3.03} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.46}{3.03} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{Luminarias}$$

Debido a la estructura del vestíbulo se colocaran 5 fluorescentes

Comprobación:

$$e_1 = \frac{6.20}{3} = 2.06 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 2.6 = 4.16 \text{m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{4.46}{2} = 2.23 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 3300 \cdot 0.57 \cdot 0.65}{6.20 \cdot 4.46} = 265 \text{lux} \geq 100 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

▪ *Vestíbulo 1º planta*• *Vestíbulo 2*

$$x=4.8 \text{ m}$$

$$y=2 \text{ m}$$

$$H=3.02 \text{ m}$$

$$E=100\text{lux}$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Down light → SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L=3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 3.02 - 0 = 3.02$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.8 \cdot 2}{3.02 \cdot (4.8 + 2)} = 0.46$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.46} = \frac{0.24 - 0}{0.24 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.1558$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 4.2 \cdot 2}{0.1558 \cdot 0.7} = 8802.5 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{8802.5}{3600} = 3$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.2 \cdot 2}{3}} = 1.788 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.20}{1.78} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2}{1.78} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.20}{3} = 1.4 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 3.02 = 4.832m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{2}{2} = 1m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 0.1558 \cdot 0.7}{4.20 \cdot 2} = 280lux \geq 100lux \Rightarrow \text{correcto}$$

▪ **Vestíbulo 2º planta**

• **Vestíbulo 2**

$$x=4.8 \text{ m}$$

$$y=2 \text{ m}$$

$$H=3.02 \text{ m}$$

$$E=100lux$$

$$p=0 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Down light \rightarrow SYL-LIGHTER 2x26W TC-D(EL)

$$\phi_L = 3600 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 3.02 - 0 = 3.02$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{4.8 \cdot 2}{3.02 \cdot (4.8 + 2)} = 0.46$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.46} = \frac{0.24 - 0}{0.24 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.1558$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 4.2 \cdot 2}{0.1558 \cdot 0.7} = 8802.5lm$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{8802.5}{3600} = 3$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{4.2 \cdot 2}{3}} = 1.788m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{4.20}{1.78} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{2}{1.78} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{4.20}{3} = 1.4m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.6 \cdot 3.02 = 4.832m \text{ Cumple}$$

$$e_1 = \frac{2}{2} = 1m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 0.1558 \cdot 0.7}{4.20 \cdot 2} = 280lux \geq 100lux \Rightarrow \text{correcto}$$

FABRICA

- **Zona de producción**

$$x=75.46 \text{ m}$$

$$y=18.46 \text{ m}$$

$$H=10.47 \text{ m}$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$p=1.20 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Lámparas de descarga \rightarrow SBH-S 250W HSL-SC

$$\phi_L=14000 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 10.47 - 1.20 = 9.27$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{75.46 \cdot 18.46}{9.27 \cdot (75.46 + 18.46)} = 1.599$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{2 - 1.5}{2 - 1.599} = \frac{0.66 - 0.63}{0.66 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.636$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 75.46 \cdot 18.46}{0.636 \cdot 0.6} = 1095119.182lm$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{1095119.182}{14000} = 79$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{75.46 \cdot 18.46}{79}} = 4.20m$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{75.46}{4.2} = 18$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{18.46}{4.2} = 5$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 18 \cdot 5 = 90 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{75.46}{18} = 4.19m$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.2 \cdot 9.27 = 11.124m \text{ Cumple}$$

$$e_2 = \frac{18.46}{5} = 3.692m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{90 \cdot 14000 \cdot 0.636 \cdot 0.6}{75.46 \cdot 18.46} = 345lux \geq 300lux \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Almacén de conservas**

$$x=32.23 \text{ m}$$

$$y=18.46 \text{ m}$$

$$H=8.83 \text{ m}$$

$$E=100 \text{ lux}$$

$$p=0.85 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC

$$\phi_L=14000 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 8.83 - 0.85 = 7.98 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{32.23 \cdot 18.46}{7.98 \cdot (32.23 + 18.46)} = 1.47$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1.5 - 1.25}{1.5 - 1.47} = \frac{0.63 - 0.6}{0.63 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.6264$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 32.23 \cdot 18.46}{0.6264 \cdot 0.6} = 158302.94 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{158302.94}{14000} = 12$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{32.23 \cdot 18.46}{12}} = 7.04 \text{ m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{32.23}{7.04} = 5$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{18.46}{7.04} = 3$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 3 \cdot 5 = 15 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{32.23}{5} = 6.446 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.2 \cdot 7.98 = 9.576 \text{ m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{18.46}{3} = 6.15 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{15 \cdot 14000 \cdot 0.6264 \cdot 0.6}{32.23 \cdot 18.46} = 132 \text{ lux} \geq 100 \text{ lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Zona de carga**

$$x = 14.52 \text{ m}$$

$$y = 18.46 \text{ m}$$

$$H = 10.03 \text{ m}$$

$$E = 200 \text{ lux}$$

$$p = 1.60 \text{ m}$$

$$d = 0 \text{ m}$$

Luminaria \rightarrow Lámparas de descarga \rightarrow SBH-S 250W HSL-SC

$$\phi_L = 14000 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 10.03 - 1.60 = 8.43 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{14.52 \cdot 18.46}{8.43 \cdot (14.52 + 18.46)} = 0.964$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{1 - 0.75}{1 - 0.964} = \frac{0.56 - 0.50}{0.56 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.5516$$

$$\phi_T = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 14.52 \cdot 18.46}{0.5516 \cdot 0.6} = 161976 \text{lm}$$

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{161976}{14000} = 12$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{14.52 \cdot 18.46}{12}} = 4.72 \text{m}$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{14.52}{4.72} = 3$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{18.46}{4.72} = 4$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 4 \cdot 4 = 12 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{14.52}{3} = 4.84 \text{m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.2 \cdot 8.43 = 10.116 \text{m Cumple}$$

$$e_2 = \frac{18.46}{4} = 4.615 \text{m}$$

$$E_m = \frac{N_t \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{12 \cdot 14000 \cdot 0.5516 \cdot 0.6}{14.52 \cdot 18.46} = 208 \text{lux} \geq 200 \text{lux} \Rightarrow \text{correcto}$$

- **Zona de descarga**

$$x=15.80 \text{ m}$$

$$y=4.62 \text{ m}$$

$$H=10.47 \text{ m}$$

$$E=200 \text{ lux}$$

$$p=1.60 \text{ m}$$

$$d=0 \text{ m}$$

Luminaria → Lámparas de descarga → SBH-S 250W HSL-SC

$$\phi_L=14000 \text{ lm}$$

$$h = H - p - d = 10.47 - 1.60 = 8.87 \text{ m}$$

$$k = \frac{x \cdot y}{h \cdot (x + y)} = \frac{15.80 \cdot 4.62}{8.87 \cdot (15.8 + 4.62)} = 0.403$$

Vamos a las tablas de factor de utilización y hay que interpolar:

$$\frac{0.75 - 0}{0.75 - 0.403} = \frac{0.50 - 0}{0.5 - \eta} \Rightarrow \eta = 0.268$$

$$\phi_r = \frac{E \cdot x \cdot y}{f_m \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 15.8 \cdot 4.62}{0.268 \cdot 0.6} = 90791.04 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{90791.04}{14000} = 7$$

$$D = \sqrt{\frac{x \cdot y}{N}} = \sqrt{\frac{15.8 \cdot 4.62}{7}} = 3.23$$

$$N_x = \frac{x}{D} = \frac{15.8}{3.23} = 5$$

$$N_y = \frac{y}{D} = \frac{4.62}{3.23} = 2$$

$$N_t = N_x \cdot N_y = 2 \cdot 5 = 10 \text{ Luminarias}$$

Comprobación:

$$e_1 = \frac{15.80}{5} = 3.16 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_1 = 1.2 \cdot 8.87 = 10.644 \text{ m Cumple}$$



$$e_1 = \frac{4.62}{2} = 2.31m$$

$$E_m = \frac{N_T \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{x \cdot y} = \frac{10 \cdot 13000 \cdot 0.268 \cdot 0.6}{15.8 \cdot 4.62} = 286lux \geq 200lux \Rightarrow \text{correcto}$$

Pamplona Septiembre de 2011

Roberto Colomo Ibáñez