

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN

Luis Javier Palacios Burgos

Vicente Senosiain Miquélez

Pamplona, Septiembre de 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO N°1. Memoria.

Luis Javier Palacios Burgos

Vicente Senosiain Miquélez

Pamplona, Septiembre de 2010



MEMORIA

ÍNDICE:

1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.1.2 ANTECEDENTES.....	5
1.1.3 SITUACIÓN.....	5
1.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE.....	5
1.1.5 SUPERFICIE.....	6
1.1.6. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	7
1.1.7. SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	8
1.1.8. RELACIÓN DE LA MAQUINARIA INSTALADA.....	8
1.1.9. NORMATIVA.....	9
1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	10
1.2.1 INTRODUCCIÓN.....	10
1.2.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	10
1.2.3 SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	11
1.3 ALUMBRADO.....	12
1.3.1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.3.2. CONCEPTOS LUMINOTÉRMICOS.....	12
1.3.3 PROCESO DE CÁLCULO.....	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.....	19
1.3.3.3.1 Sistemas de iluminación.....	19
1.3.3.3.2 Tipos de lámparas.....	21
1.3.3.4 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO....	22
1.3.3.4.1 Factor de mantenimiento bueno.....	22
1.3.3.4.2 Factor de mantenimiento medio.....	22
1.3.3.4.3 Factor de mantenimiento malo.....	23
1.3.3.5 CÁLCULO DEL ÍNDICE DEL LOCAL.....	23
1.3.3.6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN.....	24
1.3.3.7 CÁLCULO DEL FLUJO A INSTALAR.....	28
1.3.3.8 CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS.....	28
1.3.3.9 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS.....	28
1.3.4 ALUMBRADO INTERIOR.....	29
1.3.4.1 JUSTIFICACIÓN DE LAS LÁMPARAS Y LUMINARIAS EMPLEADAS.....	29
1.3.4.2. TABLA RESUMEN.....	31
1.3.5 ALUMBRADO EXTERIOR.....	32



1.3.6 ALUMBRADOS ESPECIALES.....	34
1.3.6.1 SOLUCIÓN EMPLEADA.....	36
1.3.6.2 TABLA RESUMEN.....	37
1.4 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	38
1.4.1 INTRODUCCIÓN.....	38
1.4.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES.....	38
1.4.3 PRESCRIPCIONES GENERALES.....	40
1.4.3.1 CONDUCTORES ACTIVOS.....	40
1.4.3.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	40
1.4.4 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.....	42
1.4.4.1 CANALIZACIONES.....	42
1.4.4.2 TUBOS PROTECTORES.....	42
1.4.5 RECEPTORES.....	44
1.4.5.1. RECEPTORES PARA EL ALUMBRADO.....	44
1.4.5.2 RECEPTORES A MOTOR.....	45
1.4.5.2.1 Un solo motor.....	45
1.4.5.2.2 Varios motores.....	45
1.4.6 TOMAS DE CORRIENTE.....	45
1.4.7 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES.....	45
1.4.8 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE.....	47
1.4.9 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO.....	47
1.4.10 SOLUCIONES ADOPTADAS.....	48
1.5 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....	51
1.5.1 INTRODUCCIÓN.....	51
1.5.2 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	51
1.5.2.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	51
1.5.2.2 PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	52
1.5.2.3 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	54
1.5.3 PROTECCIÓN DE PERSONAS.....	57
1.5.3.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	58
1.5.3.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	59
1.5.4 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	60
1.6 PUESTAS A TIERRA.....	79
1.6.1 INTRODUCCIÓN.....	79
1.6.1.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.....	79
1.6.1.2 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA.....	80
1.6.2 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA.....	83
1.6.3 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	84
1.7 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	85
1.7.1 GENERALIDADES.....	85
1.7.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA.....	85
1.7.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA.....	86



1.7.3.1 PROCEDIMIENTOS DIRECTOS.....	86
1.7.3.2 PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS.....	86
1.7.3.3. ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN.....	86
1.7.4 CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE LA COMPENSACIÓN.....	86
1.7.4.1 CLASIFICACIÓN POR LA SITUACIÓN DE LA COMPENSACIÓN.....	86
1.7.4.2 ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN PARA LA COMPENSACIÓN.....	87
1.7.4.3 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CONDENSADOR.....	87
1.7.4.4 ELECCIÓN DEL TIPO DE COMPENSACIÓN.....	88
1.7.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA.....	88
1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	89
1.8.1 INTRODUCCIÓN.....	89
1.8.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	90
1.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS.....	90
1.8.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	90
1.8.4.1 OBRA CIVIL.....	90
1.8.4.1.1 Local.....	90
1.8.4.1.2 Características constructivas.....	91
1.8.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	93
1.8.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.....	93
1.8.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	94
1.8.5.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MEDIA TENSIÓN.....	96
1.8.6 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.....	99
1.8.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	99
1.8.7.1 INTRODUCCIÓN.....	99
1.8.7.2 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	100
1.8.7.3 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO.....	101
1.8.7.4 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	101
1.8.8 DISTANCIAS.....	102
1.8.9 APARATOS DE MEDIA TENSIÓN.....	102
1.8.10 AISLAMIENTO.....	102
1.8.11 INSTALACIONES SECUNDARIAS EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	102



1.9 BIBLIOGRAFIA.....	104
1.9.1 REGLAMENTO, NORMATIVA Y LIBROS.....	104
1.9.2 CATÁLOGOS CONSULTADOS.....	105
1.9.3 PÁGINAS WEB CONSULTADAS.....	105
1.10 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN.....	106



1.1 INTRODUCCIÓN:

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto fin de carrera, tiene por objeto la determinación de la instalación eléctrica en baja tensión y centro de transformación, con sus correspondientes datos y características técnicas de una nave industrial para la empresa EMETAL, S.A. dedicada a la fabricación de estructuras metálicas.

1.1.2 ANTECEDENTES

Se redacta el proyecto a petición de la Sociedad Mercantil ARRATANES, S.L. con el fin de describir la Instalación Eléctrica en B.T., para una nave industrial en el polígono industrial comarca-2 en Esquiroz, perteneciente a la Cendea de Galar.

1.1.3 SITUACION

La parcela objeto de este proyecto se encuentra en el polígono industrial comarca-2 perteneciente al término de Esquiroz dentro de la Cendea de Galar en Navarra, la parcela es la 5.2.

La topografía de la parcela es prácticamente plana, su configuración física es rectangular, limitando uno de sus lados con calle pública, y los otros con parcelas del mismo polígono.

La superficie de la parcela es de 10.064 m².

1.1.4 DESCRIPCION DE LA NAVE

La nave en la que se desarrollara la actividad es limítrofe en los laterales con otras naves de similares características constructivas, en las que se desarrollan también actividades de tipo industrial.

La nave es de forma rectangular y esta formada por una sola planta. El edificio esta distribuido en dos áreas: una zona destinada a la fabricación, y otra al almacenamiento.

En la fachada principal de la zona de fabricación, se dispone de una serie de servicios para los trabajadores como aseos y vestuarios, un almacén y un despacho para el encargado, que consta de otro pequeño almacén.

Las características constructivas de la nave son las siguientes:

- Estructura portante: estructura metálica, de tipo cenital. Esta estructura se compone de pilares metálicos, vigas portantes y vigas secundarias.
- Cubierta: La cubierta de la nave se resolverá mediante chapa perfilada lacada de 0.6 mm de espesor, aislamiento y una malla metálica. Los lucernarios de



cubierta se realizaran mediante placas translucidas de poliéster reforzado. El falso techo de esta cubierta consta de una chapa de aluminio minionda brillante de 0.3 mm de espesor, sobre el que lleva una manta de fibra de vidrio de espesor 80 mm.

- Fachadas: Se realiza mediante panel sándwich de 35 mm realizado in situ que se compone de chapa prelacada, aislante térmico y chapara prelacada.
- Solera: Es una losa de hormigón de masa de 20 cm de espesor con acabado superior de cuarzo antipolvo. Debajo de la solera hay una capa impermeable de polietileno.
- La altura libre mínima de la nave correspondiente a los laterales de los pórticos es de 6 metros.
- Las paredes de compartimentación de las zonas de oficina y almacenes están formadas por tabiques de fábrica lucidos por ambas caras. Las correspondientes a los aseos y vestuarios se hallan alicatadas con baldosas cerámicas.
- El suelo de la nave es de hormigón. La zona de oficinas y aseos se halla pavimentada con terrazo.
- La nave posee un acceso para vehículos de forma directa desde la calle E (vial E) del polígono a través de una puerta basculante con puerta peatonal de eje de giro fácilmente operable.
- El acceso de peatones a la zona de oficinas se realiza a través de puerta peatonal de fachada.
- Los accesos a la nave son amplios, pudiendo llegar fácilmente hasta la misma los Servicios Públicos de Extinción de Incendios y Protección Civil.

1.1.5 SUPERFICIE

La superficie total útil de la nave es de 5856.00 m². La distribución de la superficie útil de los diferentes locales es la siguiente:

Oficina	13,00 m ² .
Aseos	20,42 m ² .
Vestuarios	28,50 m ² .
Almacén-1	21,04 m ² .
Almacén-2	5,60 m ² .
Zona fabricación	4028,36 m ² .
Zona almacenamiento	1654,10 m ² .
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL	5771,02 m².
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	5856,00 m².



1.1.6 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad a desarrollar es de tipo industrial y consiste en la producción de estructuras metálicas.

La actividad comienza con la entrada de la correspondiente perfilaría metálica que en su mayor parte viene cortada a medida, siendo el proceso el siguiente: almacenamiento en la zona central de la nave de fabricación en la que se comprueba que las medidas vienen adecuadamente, en caso contrario se rectifica y se cortan según las necesidades.

A continuación, los perfiles se granallan siendo el proceso el siguiente: La perfilaría metálica es introducida a un camino de rodillos entrantes por medio de una mesa transversal de entrada para iniciar el proceso. A continuación se procede al granallado, que consiste en un bombardeo de partículas para limar las impurezas que contiene el perfil. El cepillo soplante impulsa las partículas a un filtro para el correcto funcionamiento medioambiental.

En los laterales correspondientes a las fachadas laterales del área de fabricación se sitúan las zonas de armado. Allí se arman las correspondientes vigas que una vez armadas, se sueldan, pasando seguidamente a la zona de almacén en la que se da una pintura de imprimación y se almacenan para la expedición a las obras.

El proceso de pintura es el último en realizarse. Éste se realiza en una cabina de pintura. Posteriormente, los perfiles se introducen en un túnel de evaporación que aprovecha los pigmentos que se han desperdiciado en el proceso.



1.1.7 SUMINISTRO DE ENERGÍA

Iberdrola abastece de energía al polígono industrial en el que está ubicado la nave mediante red de media tensión. 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.

1.1.8 RELACIÓN DE LA MAQUINARIA INSTALADA

La actividad comercial contará con los útiles y herramientas necesarios para el correcto funcionamiento de la actividad. Se cuenta con la siguiente maquinaria:

Máquina	Descripción	Unidades	Potencia Unitaria (CV)
Geka Hydracrops 110 SD	Cizalladora, punzonadora, guillotina	1	12
Geka Hydracrops 70 S	Cizalladora, punzonadora, guillotina	1	12
Sierra sabi (PBS)	Sierra de corte	1	0,5
Trazadora de disco (CV-550)	Sierra circular de corte	1	1,8
Sierra de disco EISELE	Sierra circular	1	2,0/2,6
Taladro IBARMIA	Taladro	1	3
Cabina de pintura	Proceso de pintado	1	183,7
Granalladora	Proceso de granallado	1	183,7
Máquina de Soldadura	Proceso de soldadura	7	19
Puente grúa	Movimiento de material pesado	5	7
Potencia total			567,3

La potencia total consumida del conjunto de maquinaria es de:

$$567,3,3 \text{ CV} \cdot (736 \text{ W/CV}) = 417532,8 \text{ W} \rightarrow 417,5 \text{ KW}$$



1.1.9. 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 e Instrucciones complementarias (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 3.275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE-IE).
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía: Iberdrola.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales y Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de protección.
- Real Decreto 2.267/2004 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:

Primera letra: se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra:

- **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 más 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 a 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 LUMINOTÉRMICOS

Debemos tener en cuenta una serie de conceptos básicos sobre luminotecnia, 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 estereo-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 estereo-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 (Lm* sg) o Lúmen por hora (Lm* 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 $1/683$ w* estereo-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 halógenos (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
- Halógenos 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 CÁLCULO

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.

Mediante una serie de investigaciones científicas, surgen tablas que relacionan el nivel de iluminación con los distintos locales y las tareas a realizar. Estas tablas nos sirven como guía para poder determinar que iluminación llenará cada local, siendo estas de carácter orientativo ya que siempre se deberá estudiar cada caso.

A continuación se incluye una tabla con los niveles de iluminación según la clase de edificio y la tarea a realizar:



Clase de edificio y tipo de espacio a iluminar	Nivel de iluminación en lux (Lx)
Escuelas:	
Pasillos, vestíbulos, aseos	200
Aulas y bibliotecas	750
Cocinas y talleres general	500
Aulas de dibujo	1000
Hospitales:	
Pasillos durante el día	250
Pasillos durante la noche	40
Aseos, locales de mantenimiento	200
Habitación iluminación general	150
Habitación iluminación lectura	250
Servicio médico general	250
Servicio médico reconocimiento	500
Sala de operación y autopsias:	
Iluminación general	1000
Puesto de trabajo	mayor 5000
Quirófano	20000-100000
Zona adyacente quirófano	10000
Hoteles y restaurantes:	
Habitaciones y pasillos	200
Cocinas	500
Sala de lectura	500
Restaurante y autoservicio	300
Salas de costura	750
Imprenta:	
Alumbrado general	500
Comprobación colores	1200
Fotocomposición y montaje	1500
Locales de trabajo:	



Garajes y aparcamientos	80
Locales de vestuario, ducha y aseo	200
Locales de almacenaje	300
Fundiciones, cerámicas y granjas	150
Locales de venta y exposición:	
Almacenaje y exposición	250
Comercio y salas de exposición	500
Pabellones de ferias	500
Supermercados	1000
Escaparates	Más de 1000
Montaje de piezas:	
Mecánica en general	500
Montajes precisión eléctricos	1500
Trabajos finos en cristal	1500
Piezas miniaturizadas	2000
Oficinas:	
Trabajos de mecanografía	750
Dibujo técnico	1200
Comprobación de colores	1200
Punto y confección:	
Telares punto oscuro	700
Telares punto claro	500
Control calidad	1000
Trabajo de la madera:	
Trabajo en banco	300
Trabajo en máquinas	500
Acabado, pulido y barnizado	500

Además hay que destacar que cuando la diferencia de nivel de iluminación entre dos locales contiguos sea superior al 20 por 100, el nivel menos iluminado de ambos no será inferior a 200 Lx. En el de un local desprovisto totalmente de ventanas o huecos de iluminación natural, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lx.



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

En toda instalación de alumbrado hay tres elementos de mantenimiento que son variables y que afectan a la cantidad de flujo luminoso útil que se obtiene en el espacio a iluminar.

- A) La depreciación luminosa de la propia lámpara.
- B) La pérdida por acumulación de polvo y suciedad sobre la superficie de la lámpara y la superficie reflectora y transmisora de la luminaria.
- C) Pérdida de luz reflejada en las paredes.

Teniendo en cuenta estos tres elementos, se definen tres condiciones de mantenimiento que nos permiten valorar cuantitativamente el factor de mantenimiento o factor de depreciación.

1.3.3.4.1 Factor de mantenimiento bueno

Cuando las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se sustituyen por grupos antes de fundirse. Condiciones atmosféricas buenas exentas de polvo y suciedad. Este factor de mantenimiento toma valores comprendidos entre 0,70, ..., 0,80. Típicamente se toma 0,75 o 0,7.

1.3.3.4.2 Factor de mantenimiento medio

Cuando las luminarias no se limpian con frecuencia y las lámparas sólo se reponen cuando se funden. Condiciones atmosféricas menos limpias. Este factor de mantenimiento medio toma valores comprendidos entre 0,60, ..., 0,70. Típicamente se toma 0,65.



1.3.3.4.3 Factor de mantenimiento malo

Cuando las condiciones atmosféricas son bastante sucias y la instalación tiene un mantenimiento deficiente. Este factor de mantenimiento malo toma valores comprendidos entre 0,50, ...,0,60. Típicamente se toma 0,55.

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:

$$\text{Relación del local} = \frac{A \times L}{h \times (A + L)}$$

Para iluminaciones indirectas y semiindirectas, se utiliza:

$$\text{Relación del local} = \frac{3 A \times L}{2 h \times (A + L)}$$

En ambas formulas:

A= ancho del local en metros.

L= longitud del local en metros.

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 las instalación, la altura de montaje se calcula mediante la fórmula:

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

Con el de relación del local calculado, lo llevamos a la siguiente tabla y determinamos el índice del local, K:



Índice del local	Relación del local	
	Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

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.

En general, para su detección, existen valores tabulados según cada fabricante e incluso programas de ordenador. A continuación se expone una tabla con los valores del factor de utilización, en función de los tipos de luminaria más frecuentes, del índice del local y de la reflexión de techos y paredes:



Tipo de luminaria	Reflexión techo	75 %			50 %			30 %	
	Reflexión pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
	Índice local K	Factor o coeficiente de utilización, F_u							
Fluorescente empotrado	J	0.40	0.37	0.35	0.39	0.37	0.35	0.37	0.35
	I	0.48	0.46	0.45	0.47	0.45	0.44	0.44	0.43
	H	0.52	0.50	0.50	0.51	0.49	0.49	0.48	0.48
	G	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.51	0.51	0.50
	F	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	0.53	0.53	0.52
	E	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58	0.56	0.57	0.55
	D	0.65	0.62	0.60	0.62	0.61	0.59	0.59	0.58
	C	0.66	0.64	0.61	0.64	0.62	0.61	0.61	0.60
	A	0.67	0.65	0.64	0.65	0.63	0.62	0.62	0.61
Fluorescente descubierta	J	0.32	0.27	0.23	0.32	0.26	0.23	0.25	0.23
	I	0.40	0.35	0.31	0.39	0.34	0.30	0.34	0.30
	H	0.44	0.39	0.36	0.43	0.39	0.35	0.36	0.35
	G	0.48	0.43	0.40	0.46	0.42	0.39	0.41	0.39
	F	0.52	0.47	0.43	0.50	0.46	0.42	0.45	0.42
	E	0.57	0.52	0.48	0.55	0.51	0.47	0.50	0.46
	D	0.62	0.56	0.52	0.59	0.55	0.51	0.54	0.51
	C	0.65	0.59	0.54	0.62	0.57	0.54	0.56	0.53
	B	0.69	0.63	0.59	0.65	0.61	0.58	0.60	0.58



Luminaria industrial abierta	J	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
	I	0.47	0.52	0.39	0.46	0.41	0.38	0.40	0.37
	H	0.51	0.47	0.44	0.50	0.47	0.43	0.46	0.43
	G	0.55	0.51	0.48	0.54	0.51	0.47	0.50	0.47
	F	0.58	0.54	0.51	0.57	0.53	0.51	0.52	0.50
	E	0.63	0.60	0.57	0.62	0.59	0.56	0.58	0.55
	D	0.68	0.64	0.61	0.66	0.64	0.61	0.63	0.60
	C	0.70	0.67	0.63	0.68	0.65	0.63	0.64	0.62
	B	0.73	0.70	0.68	0.71	0.68	0.67	0.67	0.66
	A	0.74	0.72	0.70	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67
Luminaria directa con rejilla difusora	J	0.33	0.28	0.26	0.32	0.28	0.26	0.28	0.26
	I	0.39	0.36	0.34	0.39	0.35	0.34	0.35	0.34
	H	0.43	0.40	0.38	0.42	0.40	0.38	0.39	0.38
	G	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41	0.42	0.41
	F	0.48	0.46	0.43	0.47	0.45	0.43	0.45	0.43
	E	0.52	0.50	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.47
	D	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.51	0.52	0.51
	C	0.57	0.55	0.52	0.56	0.53	0.52	0.53	0.52
	B	0.59	0.57	0.56	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54
	A	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.56	0.56	0.55
Luminaria esférica de vidrio	J	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15	0.16	0.14
	I	0.29	0.25	0.22	0.27	0.23	0.20	0.21	0.19
	H	0.33	0.28	0.26	0.30	0.26	0.24	0.24	0.21
	G	0.37	0.32	0.29	0.33	0.29	0.26	0.26	0.24
	F	0.40	0.36	0.31	0.36	0.32	0.29	0.29	0.26
	E	0.45	0.40	0.36	0.40	0.36	0.33	0.32	0.29
	D	0.48	0.43	0.39	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33
	C	0.51	0.46	0.42	0.45	0.41	0.38	0.37	0.34
	B	0.55	0.50	0.47	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38
	A	0.57	0.53	0.49	0.51	0.47	0.44	0.41	0.40



Luminaria reflector haz estrecho (incandescente o descarga)	J	0.43	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.38
	I	0.51	0.50	0.49	0.50	0.49	0.48	0.49	0.46
	H	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52	0.53	0.52
	G	0.59	0.58	0.57	0.58	0.56	0.55	0.56	0.55
	F	0.61	0.60	0.58	0.59	0.58	0.58	0.58	0.57
	E	0.64	0.63	0.62	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60
	D	0.68	0.65	0.64	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63
	C	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.64	0.64	0.64
	B	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65
	A	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.67	0.67	0.66
Luminaria reflector haz medio-ancha (incandescente o descarga)	J	0.40	0.36	0.34	0.39	0.36	0.34	0.36	0.33
	I	0.48	0.45	0.43	0.47	0.44	0.43	0.44	0.42
	H	0.52	0.50	0.48	0.51	0.49	0.47	0.49	0.47
	G	0.55	0.53	0.52	0.55	0.52	0.51	0.52	0.51
	F	0.58	0.56	0.53	0.56	0.55	0.53	0.55	0.53
	E	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.57	0.58	0.57
	D	0.66	0.63	0.61	0.64	0.62	0.61	0.62	0.61
	C	0.67	0.65	0.62	0.66	0.64	0.62	0.63	0.62
	B	0.69	0.67	0.66	0.67	0.65	0.64	0.65	0.64
	A	0.70	0.68	0.67	0.69	0.67	0.65	0.66	0.62

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.

Color de paredes y techos	Factor de reflexión en %
Blanco	70 – 90
Beige claro	70 – 80
Amarillo y crema claro	60 – 75



Verde muy claro	60 – 75
Verde claro	70 – 80
Verde claro y roas	45 – 65
Azul claro	45 – 55
Gris claro	40 – 50
Rojo claro	30 – 50
Marrón claro	30 – 40
Beige oscuro	25 – 35
Marrón, verde, azul oscuros	5 – 20
Negro	3 - 4

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:

$$\phi_t = \frac{E \times L \times A}{F_m \times F_u} \text{ (Lm)}$$

Donde:

E = nivel de iluminación en lux según la tarea.

L = largo del local en metros.

A = ancho del local en metros.

F_m = factor de mantenimiento, determinado según se ha visto.

F_u = factor de utilización, determinado según se ha visto.

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_i (dato proporcionado por el fabricante), podemos calcular el número de luminarias a instalar mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\phi_t}{\phi_i}$$

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

- Iluminación complejo interior:

Philips SmartForm es una familia de luminarias de modulación estándar y gran versatilidad para montaje empotrado. Incorporan lámparas fluorescentes TL5 energéticamente eficientes que consumen un 28% menos de energía que un fluorescente tradicional, y reactancias electrónicas. Proporcionan un flujo de hasta 12300 lúmenes por luminaria, y están orientadas a iluminaciones interiores de carácter industrial, sanitario, etc.

Philips Rotaris es una luminaria redonda apta para todas las aplicaciones de oficina. “La elevada eficiencia, tanto de la lámpara TL5 Circular de 60W como de la luminaria. Utiliza tecnología OLC (control omnidireccional de la luminancia) para controlar el deslumbramiento en todas las direcciones

- Iluminación nave (Producción-Almacenamiento):

Luminarias de alta presión de Sodio, Philips High-Bay HPK SPK110, con tubo de descarga de óxido de aluminio sinterizado. Las lámparas SON-PP400W CON WB-EGC P3 tienen una buena eficacia luminosa y un excelente rendimiento del color. Estas luminarias entregan un rendimiento luminoso de 55500 lúmenes,

Están recomendadas para alumbrado interior de naves industriales, salas de exposición, supermercados, calles comerciales, grandes almacenes de bricolaje, iglesias, antesalas de aeropuertos y salas de espera de estaciones.



- Local: almacén-1

- 2 luminarias Philips SmartForm TBS 460
- 4 lámparas TL5-80W/840 HF C8

- Local: almacén-2

- 1 luminaria Philips TBS 324
- 2 lámparas TL5-54W/840 HF C5

- Local: oficina

- 1 luminaria Philips SmartForm TBS 460
- 2 lámparas TL5-80W/40 HF C8

- Local: Aseos (Baño)

- 1 luminaria Philips SmartForm TBS 460
- 2 lámparas TL5-80W/840 HF C8

- Local: Duchas (Baño)

- 2 luminarias Philips ISOLUX 4 IS 140
- 2 lámparas TL-D58W/840 HF MB+GT

- Local: Waters (Baño)

- 2 luminarias Philips Rotaris TBS 742
- 2 lámparas TL5C60W/840 HF

- Local: vestuarios

- 2 luminarias Philips SmartForm TBS 460
- 4 lámparas TL5-80W/840 HF C8

- Local: Nave zona de producción

- 72 luminarias Philips High-Bay HPK SPK110
- 72 lámparas SON-PP400W CON WB-E GC P3

- Local: Nave zona de almacenamiento

- 27 luminarias Philips High-Bay HPK SPK110
- 27 lámparas SON-PP400W CON WB-E GC P3



1.3.4.2. TABLA RESUMEN

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

Estancia	Nº Lámparas	Nº Luminarias	Potencia por Lámpara (W)	Potencia Total (W)
Almacén-1	4	2	80	320
Almacén-2	2	1	54	108
Oficina	2	1	80	160
Aseo (Baño)	2	1	80	160
Ducha (Baño)	2	2	58	116
Water (Baño)	2	2	60	120
Vestuarios	4	2	80	320
Zona Producción	72	72	400	28800
Zona Almacenamiento	27	27	400	10800



1.3.5 ALUMBRADO EXTERIOR

Al igual que en el alumbrado de interiores, se emplea el método del flujo luminoso sacado del libro llamado LLUMINOTECNIA enciclopedia CEAC de electricidad, cuyo autor es D. José Ramírez Vázquez.

$$\phi = \frac{E \times S}{\eta \times F_m \times \eta_A}$$

Donde:

- ϕ → Flujo luminoso unitario de cada lámpara.
- E → Iluminancia media deseada.
- S → Superficie que ilumina cada aparato de alumbrado.
- η → Coeficiente de utilización.
- F_m → Factor de mantenimiento.
- η_A → Rendimiento de la luminaria.

En la siguiente tabla se indican valores orientativos del nivel de iluminación medio necesario en distintas vías y recintos.

Tipo	Iluminancia E (lux)
Aparcamientos	20
Vías urbanas y provinciales	25 – 28
Vías urbanas de tráfico rápido	30
Autopistas, autovías y carreteras principales	35
Recintos deportivos	100 - 1000

El coeficiente de utilización se halla en tablas en función de las características de la luminaria y del tipo de vía o recinto a iluminar. De todas maneras, pueden considerarse los siguientes valores orientativos.

- Para colocación axial de los focos: $\eta = 0.5$.
- Para colocación lateral de los focos: $\eta = 0.4$.

La colocación axial está en desuso, y en la colocación lateral existen tres variantes que son tresbolillo, unilateral y bilateral. En este caso se colocarán los focos en disposición unilateral fijados a la fachada de la nave.

La altura recomendada a la que debe colocarse el punto de luz es función del flujo de la lámpara, según la siguiente tabla.



Altura del punto de luz (m)	Iluminancia E (lux)
< 7.5	< 15000
7.5 – 9	15000 – 20000
9 – 12	20000 – 40000
> 12	> 40000

La altura de la luminaria está en relación directa con la anchura de la vía o ancho de la superficie a iluminar y la disposición de los focos, de forma que:

Tipo de colocación	Relación altura / ancho
Unilateral	0.85 - 1
Tresbolillo	0.5 – 0.85
Pareada	0.33 – 0.5

La separación entre aparatos de alumbrado se relaciona con la altura de colocación de los mismos y es función de la iluminación media requerida sobre la superficie a iluminar, como se observa en la siguiente tabla:

Iluminación media, E (lux)	Relación separación / altura
$2 < E < 7$	5 – 4
$7 < E < 15$	4 – 3.5
$15 < E < 30$	3.5 - 2

El factor de mantenimiento lo suministra el fabricante, según el envejecimiento de la lámpara y la cantidad de suciedad que se va acumulando en la luminaria. Como valor orientativo, y para luminaria hermética con lámparas de vapor de mercurio o de vapor de sodio, se puede emplear un factor de mantenimiento de 0.75.

Las luminarias y lámparas se colocarán dos en la fachada principal, dos en la fachada trasera con las mismas cotas que en la principal, y tres a lo largo de la fachada lateral derecha (mirando la nave de frente), donde hay instalado un parking para coches.

Todos los focos de iluminación exterior serán colocados en situación lateral, y por tanto los cálculos han sido realizados para $\eta = 0.4$.



Hemos escogido las siguientes:

- 7 luminarias: Con carcasa de inyección de aluminio y brazo para fijación en fachada, con reflector de aluminio anodinado y cierre de vidrio plano. Modelo SEP 483 VP E40 HPL-400W de PHILIPS.

- 7 lámparas: de vapor de mercurio alta presión de 400 vatios, HPL-N 400W/542 E40 de PHILIPS

1.3.6 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 12 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 12.

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 indicados 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 normal, complementario o procedente 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.

1.3.6.1 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 NORMALÚX subfamilia STYLO.

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.

Las luminarias elegidas son las siguientes:

- Local: almacén-1
 - 1 luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-150
9W
- Local: almacén-2
 - 1 luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-30
4W
- Local: oficina
 - 1 luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-150
9W
- Local: Aseos (Baño)
 - 1 luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-60
4W
- Local: Duchas (Baño)
 - 1 luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-30
4W



- Local: Waters (Baño)
 - 1 luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-30
4W
- Local: vestuarios
 - 2 luminarias de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-150
9W
- Local: Nave (Zonas Producción + Almacenamiento)
 - 57 luminarias de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-SPL9
9W

1.3.6.2 TABLA RESUMEN

Estancia	Nombre Luminaria	Potencia Lámpara (W)	Potencia Total (W)
Almacén-1	BLOQUE S-150	9	9
Almacén-2	BLOQUE S-30	4	4
Oficina	BLOQUE S-150	9	9
Aseos - Baños	BLOQUE S-60	4	4
Duchas - Baños	BLOQUE S-30	4	4
Waters - Baños	BLOQUE S-30	4	4
Vestuarios	BLOQUE S-150	9	18
Nave	BLOQUE S-SPL9	9	513



1.4 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.4.1 INTRODUCCIÓN

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 CÁLCULO 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 fijadas 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 itc bt 19

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 40° 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 itc bt 19

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.

Secciones de los conductores de fase (mm²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16



$S > 35$	$S / 2$
<ul style="list-style-type: none"> - Con un mínimo de 2.5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. - Con un mínimo de 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica. 	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm^2 , 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 mm^2 .

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 $1000 \times U$ 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 especificadas 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 propagadoras 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 ITC BT 43

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 ITC BT 44

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 lámparas. 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 **ITC BT 47**

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.

1.4.7 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE 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:

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

$$e = \frac{2LI \cos \varphi}{S \gamma}$$

Trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} LI \cos \varphi}{S \gamma}$$

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 ITC BT 21

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 LGA).

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.

T^a de servicio:

Servicio permanente: 90°.

Cortocircuito: 250°.

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) Línea general de alimentación:

La línea general de alimentación partirá desde el centro de transformación hasta el cuadro general en el interior de la nave. Irá en canalización enterrada de 400 mm de diámetro a 0,7 m por debajo del suelo. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por conductores unipolares de 150 mm² y el neutro por un cable unipolares de 70 mm².

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, a una altura de 4 metros. En los casos en que el cuadro auxiliar se encuentre alejado de la pared de la nave, la bajante de la línea se hará a través de tubo de acero galvanizado grapado a la pared y posteriormente en canalización enterrada a 70 cm de profundidad hasta el cuadro auxiliar destinado.

c) Derivaciones:

La derivación de esta canalización a las diferentes máquinas se realizará a través de tubo de acero galvanizado en canalización enterrada a 70 cm de profundidad.

Así mismo las derivaciones a la zona de oficinas se realizará a través de tubo de PVC que irá a través de falso techo y por catas a rodapié.

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



1.5 PROTECCIONES EN BAJA TENSION

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 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.

1.5.2.1 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.

1.5.2.2 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.

1.5.2.3 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Ley general

El valor de la corriente de cortocircuito se obtiene por la relación:

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3}Z_T}$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en KA

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador

Z_T = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en mΩ.

Cálculo de Z_T :

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

- Un elemento resistente **R** llamado resistencia..
- Un elemento inductivo **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 X , después se suman aritméticamente por separado. A continuación se compone un triángulo rectángulo de forma que la suma de las R es un cateto y la suma de las X es el otro cateto, la hipotenusa es el valor de Z_T que estamos buscando y se halla mediante la siguiente fórmula:

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$



En primer lugar calcularemos las impedancias de la manera siguiente:

$$X_{\text{redBT}} = \frac{U_p}{S_{cc}} \cdot \left(\frac{U_s}{U_p} \right)^2 (j\Omega).$$

$$X_t = \frac{5}{100} \cdot \left(\frac{U_s^2}{S_n} \right) (j\Omega).$$

$$X_{\text{aut}} = 0,00015 * n^\circ \text{ automatismos aguas abajo } (j\Omega).$$

Donde:

- U_p, U_s = tensión primario o secundario (V).
- S_n = Potencia aparente transformador (1000 KVA).
- S_{cc} = potencia cortocircuito aparente empresa suministradora (500 MVA).
- Z, X = impedancia o reactancia al secundario (m Ω).

Resistencia de los conductores:

La resistencia de los conductores se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$R_{Li} = R = \rho \frac{L}{S} (\Omega).$$

Donde:

- R = resistencia del conductor (Ω).
- ρ = resistividad del conductor (en nuestro caso cobre = 1/56).
- L = longitud del conductor (m).
- S = sección por fase del conductor (mm).

De este modo ya queda definida la Z_T de la siguiente manera:

$$Z_T = (R_L + X_T) \quad \text{Con } X_T = (X_{\text{redBT}} + X_t + X_{\text{aut}})$$

Para el caso de las corrientes de cortocircuito mínimas, se rectificarán las resistencias de los conductores a 250 ° (XLPE), y a 160° (PVC), quedando las nuevas R_L de la siguiente manera:

$$R_{L250^\circ} = R_{L20^\circ} (1 + \alpha * \Delta T)$$

Donde: $\alpha = 0,004$
 $\Delta T = 230^\circ$ para XLPE, 140° para PVC.



Seguidamente al cálculo de las nuevas resistencias de línea de los conductores, se calcularán la nueva Z_T y Z_O :

$$Z_d = (R_{L250^\circ} + X_T).$$

Calculamos la Z_o de la siguiente manera:

$$Z_o = (3R_{L250^\circ\text{tot}} + X_t + 3X_{\text{aut}}).$$

Sabiendo esto, calculamos el valor de la corriente de cortocircuito mínima, a partir de la cual obtendremos la curva de desconexión de la protección que elijamos.

$$I_{\text{ccmin}} = \frac{U_s \sqrt{3}}{|2Z_d + Z_o|}$$



1.5.3 PROTECCIÓN DE 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.



1.5.3.1 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.



1.5.3.2. 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 toma 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.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada, en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.



1.5.4 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.

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

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

En líneas de fuerza $I_s = 300 \text{ mA}$.

En líneas de alumbrado $I_s = 30 \text{ mA}$.

Estos interruptores magnetotérmicos irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Los elementos de protección utilizados son de la marca ABB .En su elección se tendrá en cuenta, el calibre, el poder de corte, 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, o instalando aguas arriba diferenciales de menor sensibilidad..



Cuadro General de Distribución

ENTRADA:

La entrada vendrá en la sección de la acometida con cable RZ1-K 0.6/1 Kv PRYSMIAN. Intensidad de cortocircuito: 31.08 KA.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, S7S 1250 F AP PR211 LI, poder de corte 50 KA, calibre 1250 A, Tetrapolar. Curva B.

SALIDAS:

Línea. Cuadro auxiliar 1.

- Diferencial para línea C.A.1: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, con retardo, Calibre 40A, Tetrapolar.

Sección del cable: 3x16 / 10 + 10TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 32 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T1C 32 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea. Cuadro auxiliar 2.

- Diferencial para línea C.A.2: ID con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/120, diámetro útil: 120 mm. Sensibilidad 300mA, con retardo. Tetrapolar.

Sección del cable: 3x120 / 70 + 70TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 75 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T1C 250 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 250A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea. Cuadro auxiliar 3.

- Diferencial para línea C.A.3: ID con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/80, diámetro útil: 80 mm. Sensibilidad 300mA, con retardo. Tetrapolar.

Sección del cable: 3x120 / 70 + 70TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 75 mm.



Interruptor magnetotérmico marca ABB, T1C 250 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 250A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea. Cuadro auxiliar 4.

- Diferencial para línea C.A.4: ID con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/120, diámetro útil: 120 mm. Sensibilidad 300mA, con retardo. Tetrapolar.

Sección del cable: 3x150 / 70 + 70TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 75 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T1C 250 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 250A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea. Cuadro auxiliar 5.

- Diferencial para línea C.A.5: ID con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/80, diámetro útil: 80 mm. Sensibilidad 300mA, con retardo. Tetrapolar.

Sección del cable: 3x70 / 35 + 35TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 63 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T1C 250 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 250A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea. Cuadro auxiliar 6.

- Diferencial para línea C.A.6: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, con retardo, Calibre 100A, Tetrapolar.

Sección del cable: 3x35 / 16 + 16TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T1C 80 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 80A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea. Cuadro auxiliar 7.

- Diferencial para línea C.A.7: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, con retardo, Calibre 100A, Tetrapolar.



Sección del cable: 3x25 / 16 + 16TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 40 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T1C 100 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 100A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea. Batería de condensadores.

- Diferencial para Batería Condensadores: ID con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/120, diámetro útil: 120 mm. Sensibilidad 300mA, con retardo. Tetrapolar.

Sección del cable: 3x50 / 25 + 25TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T3N 250 F F TMD poder de corte 35 KA, 250 A. Curva: C.

Cuadro auxiliar 1. Cortado.

ENTRADA

Sección del cable: 3x16 / 10 + 10TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 20 cm profundidad. Diámetro exterior 32 mm.

Intensidad de cortocircuito: 13,56 KA

Seccionador en cabecera de corte en carga, marca ABB, OT 160E4 (160A). Tetrapolar.

SALIDAS:

- Diferencial para línea C.A.1.1: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.1.1.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 25 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C10, poder de corte 22 KA, Calibre 10A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.1.2: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.



Línea C.A.1.2.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C10, poder de corte 22 KA, Calibre 10A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.1.3: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.1.3.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C10, poder de corte 22 KA, Calibre 10A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para líneas C.A.1.4 y C.A.1.5: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.1.4.

Sección del cable: 3x1.5 / 1.5 + 1.5TT

Canalización: Toma adosada al cuadro.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C16, poder de corte 22 KA, Calibre 16A, Tetrapolar. Curva: C.

Línea C.A.1.5.

Sección del cable: 2x1.5 + 1.5TT

Canalización: Toma adosada al cuadro.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C20, poder de corte 22 KA, Calibre 20A, Bipolar. Curva: C.

Cuadro auxiliar 2. Granallado.

ENTRADA

Sección del cable: 3x120 / 70 + 70TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 75 mm.

Intensidad de cortocircuito: 12,36 KA



Seccionador en cabecera de corte en carga, marca ABB, OT 350E4 (350A).
Tetrapolar.

SALIDAS

- Diferencial para línea C.A.2.1: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.2.1.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C20, poder de corte 22 KA, Calibre 20A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.2.2: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.2.2.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C20, poder de corte 22 KA, Calibre 20A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.2.3: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.2.3.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274D10, poder de corte 22 KA, Calibre 10A, Tetrapolar. Curva: D.

- Diferencial para línea C.A.2.4: ID con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/120, diámetro útil: 120 mm. Sensibilidad 300mA. Tetrapolar.

Línea C.A.2.4.

Sección del cable: 3x120 / 70 + 70TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 160 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T3N 250 F F TMD, poder de corte



22 KA, calibre 250A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para líneas C.A.2.5 y C.A.2.6: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.2.5.

Sección del cable: 3x1.5 / 1.5 + 1.5TT

Canalización: Toma adosada al cuadro.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C20, poder de corte 22 KA, Calibre 20A, Tetrapolar. Curva: C.

Línea C.A.2.6.

Sección del cable: 2x1.5 + 1.5TT

Canalización: Toma adosada al cuadro.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C20, poder de corte 22 KA, Calibre 20A, Bipolar. Curva: C.

Cuadro auxiliar 3. Soldadura.

ENTRADA

Sección del cable: 3x120 / 70 + 70TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 75 mm.

Intensidad de cortocircuito: 11,36 KA

Seccionador en cabecera de corte en carga, marca ABB, OT 350E4 (350A).

Tetrapolar.

SALIDAS

- Diferencial para línea C.A.3.1: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.1.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B32, poder de corte 22 KA, Calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.3.2: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.2.



Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B32, poder de corte 22 KA, Calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.3.3: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.3.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B32, poder de corte 22 KA, Calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.3.4: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.4.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B32, poder de corte 22 KA, Calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B

- Diferencial para línea C.A.3.5: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.5.

Sección del cable: 3x16 / 10 + 10TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 63 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B32, poder de corte 10 KA, Calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.3.6: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.6.

Sección del cable: 3x16 / 10 + 10TT



Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 63 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B32, poder de corte 10 KA, Calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.3.7: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.7.

Sección del cable: 3x16 / 10 + 10TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 63 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B32, poder de corte 10 KA, Calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.3.8: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.8.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C16, poder de corte 22 KA, Calibre 16A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.3.9: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.9.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C16, poder de corte 22 KA, Calibre 16A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.3.10: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.10.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C16, poder de corte



22 KA, Calibre 16A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.3.11: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.11.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C16, poder de corte 10 KA, Calibre 16A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.3.12: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.12.

Sección del cable: 3x6 / 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C16, poder de corte 10 KA, Calibre 16A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.3.13 y C.A.3.14: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.3.13.

Sección del cable: 3x1.5 / 1.5 + 1.5TT

Canalización: Toma adosada al cuadro.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C16, poder de corte 22 KA, Calibre 16A, Tetrapolar. Curva: C.

Línea C.A.3.14.

Sección del cable: 2x1.5 + 1.5TT

Canalización: Toma adosada al cuadro.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C20, poder de corte 22 KA, Calibre 20A, Bipolar. Curva: C.



Cuadro auxiliar 4. Pintado.

ENTRADA

Sección del cable: 3x150 / 70 + 70TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 75 mm.

Intensidad de cortocircuito: 10,09 KA

Seccionador en cabecera de corte en carga, marca ABB, OT 350E4 (350A).

Tetrapolar.

SALIDAS

- Diferencial para línea C.A.2.4: Diferencial ID con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/120, diámetro útil: 80 mm. Sensibilidad 300mA. Tetrapolar.



Línea C.A.4.1.

Sección del cable: 3x95 / 50 + 50TT

Canalización: tubos en canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 140 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, T3N 250 F F TMD, poder de corte 10 KA, calibre 250A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para líneas C.A.4.2 y C.A.4.3: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.4.2.

Sección del cable: 3x1.5 / 1.5 + 1.5TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 40 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B20, poder de corte 10 KA, Calibre 20A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea C.A.4.3.

Sección del cable: 2x1.5 + 1.5TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 40 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B20, poder de corte 10 KA, Calibre 20A, Bipolar. Curva: B.

Cuadro auxiliar 5. Alumbrado Nave. ENTRADA

Sección del cable: 3x70 / 35 + 35TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared, hasta alcanzar la posición perpendicular al cuadro auxiliar, a partir de la cual irá en tubos, canalización enterrada a 70 cm profundidad. Diámetro exterior 63 mm.

Intensidad de cortocircuito: 15,94 KA

Seccionador en cabecera de corte en carga, marca ABB, OT 350E4 (350A).
Tetrapolar.

SALIDAS

- Diferencial para líneas C.A.5.1 y C.A.5.2: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 30mA, Calibre 63A, Bipolar.



Línea C.A.5.1.

Sección del cable: 2x35 + 16TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 40 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282B32, poder de corte 10 KA, Calibre 32A, Bipolar. Curva: B.

Línea C.A.5.2.

Sección del cable: 2x16 + 10TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 32 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282C20, poder de corte 22 KA, Calibre 20A, Bipolar. Curva: C.

- Diferencial para líneas C.A.5.3 y C.A.5.4: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 30mA, Calibre 100A, Bipolar.

Línea C.A.5.3.

Sección del cable: 2x16 + 10TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282B20, poder de corte 10 KA, Calibre 20A, Bipolar. Curva: B.

Línea C.A.5.4.

Sección del cable: 2x70 + 35TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282B63, poder de corte 10 KA, Calibre 63A, Bipolar. Curva: B.

- Diferencial para líneas C.A.5.5 y C.A.5.6: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 30mA, Calibre 63A, Bipolar.



Línea C.A.5.5.

Sección del cable: 2x50 + 25TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282B40, poder de corte 10 KA, Calibre 40A, Bipolar. Curva: B.

Línea C.A.5.6.

Sección del cable: 2x4 + 2,5TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 20 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282C10, poder de corte 10 KA, Calibre 10A, Bipolar. Curva: C.

- Diferencial para líneas C.A.5.7 y C.A.5.8: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 30mA, Calibre 63A, Bipolar.

Línea C.A.5.7.

Sección del cable: 2x4 + 2,5TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 20 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282B10, poder de corte 10 KA, Calibre 10A, Bipolar. Curva: B.

Línea C.A.5.8.

Sección del cable: 2x50 + 25TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282B32, poder de corte 10 KA, Calibre 32A, Bipolar. Curva: B.

- Diferencial para líneas C.A.5.9, C.A.5.10 y C.A.5.11: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 30mA, Calibre 63A, Bipolar.



Línea C.A.5.9.

Sección del cable: 2x50 + 25TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282B32, poder de corte 10 KA, Calibre 32A, Bipolar. Curva: B.

Línea C.A.5.10.

Sección del cable: 2x16 + 10TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 32 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S282C10, poder de corte 10 KA, Calibre 10A, Bipolar. Curva: C.

Línea C.A.5.11.

Sección del cable: 2x35 + 16TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 40 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274C10, poder de corte 16 KA, Calibre 10A, Bipolar. Curva: C.

- Diferenciales para líneas C.A.5.12, C.A.5.13, C.A.5.14, C.A.5.15, C.A.5.16, C.A.5.17: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, Calibre 63A, Tetrapolar.

Línea C.A.5.12.

Sección del cable: 3x16/ 16 + 10TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 32 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B63, poder de corte 22 KA, Calibre 63A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea C.A.5.13.

Sección del cable: 3x16/ 16 + 10TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 32 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B63, poder de corte 22 KA, Calibre 63A, Tetrapolar. Curva: B.

Línea C.A.5.14.

Sección del cable: 3x35/ 16 + 16TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 40 mm..

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B63, poder de corte 10 KA, Calibre 63A, Tetrapolar. Curva: B.



Línea C.A.5.15.

Sección del cable: 2x25 + 16TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 32 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B63, poder de corte 10 KA, Calibre 63A, Bipolar. Curva: B.

Línea C.A.5.16.

Sección del cable: 2x16 + 10TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 32 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B63, poder de corte 10 KA, Calibre 63A, Bipolar. Curva: B.

Línea C.A.5.17.

Sección del cable: 2x35 + 16TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 40 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S274B63, poder de corte 10 KA, Calibre 63A, Bipolar. Curva: B.

Cuadro auxiliar 6. Alumbrado Complejo Interior

ENTRADA

Sección del cable: 3x35 / 16 + 16TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared. Tubo de diámetro exterior 50 mm.

Intensidad de cortocircuito: 13,44 KA

Seccionador en cabecera de corte en carga, marca ABB, OT 160E4 (160A).

Tetrapolar.

SALIDAS

- Diferencial para líneas C.A.6.1, C.A.6.2: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 30 mA, Calibre 20A, Bipolar.

Línea C.A.6.1.

Sección del cable: 2x2,5 + 2,5TT

Canalización: tubos de PVC en canalización empotrada. Diámetro exterior 16 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S272C10, poder de corte 22 KA, Calibre 10A, Bipolar. Curva: C.



Línea C.A.6.2.

Sección del cable: 2x1,5 + 10TT

Canalización: tubos de PVC en canalización empotrada. Diámetro exterior 16 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S272C10, poder de corte 22 KA, Calibre 10A, Bipolar. Curva: C.

- Diferencial para línea C.A.6.3: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 80 A, Bipolar.

Línea C.A.6.3.

Sección del cable: 2x16 + 10TT

Canalización: tubos de PVC en canalización empotrada. Diámetro exterior 32 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S272B70, poder de corte 22 KA, Calibre 70A, Bipolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.6.4: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40 A, Bipolar.

Línea C.A.6.4.

Sección del cable: 2x4 + 2,5TT

Canalización: tubos de PVC en canalización empotrada. Diámetro exterior 20 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S272B40, poder de corte 22 KA, Calibre 40A, Bipolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.6.5: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 80 A, Bipolar.

Línea C.A.6.5.

Sección del cable: 2x16 + 10TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 32mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S272B70, poder de corte 22 KA, Calibre 70A, Bipolar. Curva: C.

Cuadro auxiliar 7. Sala de compresores.

ENTRADA

Sección del cable: 3x25 / 16 + 16TT

Canalización: Sobre bandeja de malla de acero galvanizado. Montado directamente sobre la pared. Tubo de diámetro exterior 40 mm.

Intensidad de cortocircuito: 17,00 KA

Seccionador en cabecera de corte en carga, marca ABB, OT 160E4 (160A).

Tetrapolar.



SALIDAS

- Diferencial para línea C.A.7.1: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.7.1.

Sección del cable: 3x6/ 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S284B40, poder de corte 22 KA, Calibre 40A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para línea C.A.7.2: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 40A, Tetrapolar.

Línea C.A.7.2.

Sección del cable: 3x6/ 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S284B40, poder de corte 22 KA, Calibre 40A, Tetrapolar. Curva: B.

- Diferencial para líneas C.A.7.3: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 20A, Tetrapolar.

Línea C.A.7.3.

Sección del cable: 3x6/ 6 + 6TT

Canalización: tubos en canalización grapada a la pared. Diámetro exterior 50 mm.

Interruptor magnetotérmico marca ABB, modelo S284C16, poder de corte 22 KA, Calibre 16A, Tetrapolar. Curva: C.

- Diferencial para líneas C.A.7.4 y C.A.7.5: Diferencial ID, marca ABB, F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, Calibre 80A, Tetrapolar.

Línea C.A.7.4.

Sección del cable: 3x4/ 4 + 4TT

Canalización: Toma adosada al cuadro.

2 Interruptores magnetotérmico marca ABB, modelo S284B32, poder de corte 22 KA, Calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.



Línea C.A.7.5.

Sección del cable: 2x4 + 4TT

Canalización: Toma adosada al cuadro.

2 Interruptores magnetotérmico marca ABB, modelo S282B40, poder de corte

22 KA, Calibre 40A, Bipolar. Curva: B.



1.6 PUESTAS A TIERRA

1.6.1 INTRODUCCIÓN

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 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 conceptos:

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

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 mm^2 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.

Secciones de los conductores de fase (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S / 2$



- Con un mínimo de 2.5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
- Con un mínimo de 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

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 4, y toda la red estará unida al mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminio-térmica. 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 CORRECCIÓN 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 van 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 $\cos \varphi$ 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: ABB

Modelo: Rectimat 2 estandar, 400V

Referencias

Q (kvar)	Composición kvar (nº grupos x kvar)	Talla	I nominal (A)	Tensión (V)
100	10 + 20 + 30 + 40	1	400	400

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 1000 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 envoltente 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 apartamento bajo envoltente 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 la parte lateral izquierda de la nave, próxima al cuarto de compresores.

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 electro-soldado 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 extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se 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 1000 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)	2585	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 subterránea a una tensión de 13,2 KV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 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 (SF_6), 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 aparamenta 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 SF_6 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 aparamenta 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 pasatapas 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. (Un) →	24 KV
Nivel de aislamiento.	
Frecuencia industrial (1 min)	
-A tierra y entre fases →	50 KV
-A la distancia de seccionamiento	
impulso tipo rayo →	60 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 $I_n = 400$ 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: 1000 KVA
- Tensión primaria: 13200 – 20000 V
- Refrigeración: natural.
- Aislamiento: aceite mineral.
- Cuba de aletas: Llenado integral.

EQUIPO BASE

- Pasatapas de media tensión de porcelana.
- Pasatapas 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	1000
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)	1000
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 TENSION

La distribución de potencia del Centro de Transformación al C.G.D. situado dentro del recinto de la fábrica se realizará mediante canalización subterránea (enterrada).

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 300 Ω .m (suelo pedregoso cubierto de césped).



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 50-30/8/84 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 AISLAMIENTO

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-Dsuper 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 NORMALUX, modelo STYLO BLOQUE S-60 4W, 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 BIBLIOGRAFIA

1.9.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS

- 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. Jose 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. Paul 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.



1.9.2 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.
- Lámparas de emergencia NORMALUX..
- Catálogo de PRYSMIAN.

1.9.3 PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- PIRELLI. (<http://www.pirelli.es>).
Conductores.
- ORMAZABAL. (<http://www.ormazabal.com>).
- PHILIPS. (<http://www.philips.com>).
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.



5.10 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

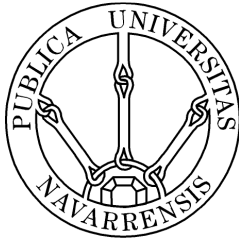
ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (Euros)
CAPÍTULO 1	LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN	3593,54
CAPÍTULO 2	PROTECCIONES	23962,39
CAPÍTULO 3	CONDUCTORES, TUBOS PROTECTORES Y CANALIZACIONES	111954,71
CAPÍTULO 4	PUESTA A TIERRA	1528,99
CAPÍTULO 5	ALUMBRADO	28937,59
CAPÍTULO 6	TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS	529,83
CAPÍTULO 7	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	39680,72
CAPÍTULO 8	CONDENSADORES	3989,00
CAPÍTULO 9	SEGURIDAD Y SALUD	295,27
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	214472,04
	GASTOS GENERALES (5%)	10723,60
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	21447,20
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	246642,84
	IVA (16%)	39462,86
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA CON IVA	286105,70

El presupuesto total de ejecución por contrata asciende a la cantidad de: “DOS CIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL CIENTO CINCO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS DE EURO”.



Pamplona, Septiembre de 2010

Luis Javier Palacios Burgos



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO N°2. Cálculos.

Luis Javier Palacios Burgos

Vicente Senosiain Miquélez

Pamplona Septiembre de 2010



CÁLCULOS

ÍNDICE:

2.1 ILUMINACIÓN.....	3
2.1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
2.1.2 MÉTODO DE CÁLCULO.....	3
2.1.2.1 MÉTODO.....	3
2.1.2.2 EJEMPLO DE CÁLCULO: OFICINA.....	3
2.1.3 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE.....	5
2.1.4 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	17
2.1.5 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	19
2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.....	20
2.2.1 INTRODUCCIÓN.....	20
2.2.2 INTENSIDAD DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS.....	21
2.2.3 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR.....	30
2.3 CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	31
2.3.1 INTRODUCCIÓN.....	31
2.3.2 LGA. TRANSFORMADOR – C.G D.....	32
2.3.3 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES.....	33
2.3.4 INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ANTERIORES.....	40
2.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	41
2.4.1 INTRODUCCION.....	41
2.4.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	41
2.4.3 CALCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.....	41
2.4.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS Y ELECCION DE LAS PROTECCIONES.....	42
2.4.5 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES.....	45
2.5 CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	53
2.5.1 BATERÍA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN.....	53
2.5.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERÍA.....	60
2.5.3 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA.....	61
2.6 INSTALACION DE PUESTA TIERRA.....	62
2.6.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO.....	62
2.6.2 CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO.....	62



2.7 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	64
2.7.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	64
2.7.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....	64
2.7.3 CORTOCIRCUITOS.....	65
2.7.3.1 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	65
2.7.4 PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR, LADO DE MEDIA TENSIÓN.....	66
2.7.5 DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO.....	68
2.7.5.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	68
2.7.5.2 COMPROBACIÓN PR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA..	69
2.7.5.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.....	70
2.7.6 OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO.....	71
2.7.6.1 LÁMPARAS Y LUMINARIAS.....	71
2.7.6.2 LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.....	71
2.7.6.3 CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	71
2.7.6.4 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	72
2.7.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	72
2.7.8 DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	74
2.7.9 CALCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	74
2.7.9.1 MÉTODO EMPLEADO EN LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	75
2.7.9.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS.	77
2.7.9.3 TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	78
2.7.9.4 TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	78
2.7.9.5 TENSIONES APLICADAS.....	79
2.7.9.6 TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR.....	80
2.7.9.7 CORRECCIÓN Y AJUSTE SI PROCEDE.....	80



2.1 ILUMINACIÓN

2.1.1 INTRODUCCIÓN

La instalación de iluminación interior se ha realizado siguiendo el método de cálculo que se expone en el documento MEMORIA, sacado del libro llamado LUMINOTECNIA enciclopedia CEAC de electricidad, cuyo autor es D. José Ramírez Vázquez.

2.1.2 MÉTODO DE CÁLCULO

2.1.2.1 MÉTODO

Primero se realiza un ejemplo siguiendo el método de cálculo y el resto de locales se realiza siguiendo el mismo método pero expuesto en tablas.

2.1.2.2 EJEMPLO DE CÁLCULO: OFICINA

1. Se obtiene la información previa que recogen los factores de partida:

Anchura del local (A)= 3,25 m.
Longitud del local (L)= 4,00m.
Altura del local (H)= 2,45m.
Altura del plano de trabajo = 0,85m.
Altura de trabajo = 1,6m.
Color de paredes y techos = blanco.

2. Se fija el nivel de iluminación aconsejado en las tablas:

$$E = 500 \text{ Lux / m.}$$

3. Se determina el sistema de alumbrado y el tipo de luminaria – lámpara:

Sistema de alumbrado: alumbrado general e iluminación directa.
Tipo de luminaria: empotrada.
Tipo de lámpara: fluorescente.
% distribución de flujo: 90 – 100%.

4. Se determina el factor de mantenimiento:

Factor de mantenimiento: bueno.
Coeficiente: $F_m = 0,80$



5. Se calcula el índice del local según la clase de alumbrado y la fórmula:

$$\text{Relación del local} = \frac{A \cdot L}{h \cdot (A + L)} = \frac{3.25 \cdot 4}{1.6 \cdot (3.25 + 4)} = 1,1207$$

Vamos ahora a la tabla y se obtiene el índice de local (K) = F

6. Con el índice del local, el tipo de luminaria y el factor de reflexión de techos y paredes, se obtiene el factor de utilización:

Factor de utilización:

Techos: 75 %

Paredes: 50 %

Mediante la tabla se obtiene el factor de utilización: $F_u = 0,51$

7. Se calcula el flujo total con la fórmula:

$$\phi_t = \frac{E \cdot L \cdot A}{F_m \cdot F_u} = \frac{500 \cdot 4 \cdot 3.25}{0,8 \cdot 0,51} = 15931,3725 \text{ Lm.}$$

8. Una vez calculado el flujo total, como se conoce el flujo que aporta cada luminaria, se puede calcular el número de luminarias mediante la fórmula:

$$\phi_i = 2700 \text{ Lm / luminaria.}$$

$$\text{Número de luminarias } N = \frac{\phi_t}{\phi_i} = \frac{15931,3725}{2700} = 5,9 \text{ luminarias.}$$

La solución en este caso sería poner 5,9 lámparas fluorescentes con su luminaria correspondiente.

Así que tendríamos que redondear este valor, y teniendo en cuenta que el índice del local era 1,1207 y está por debajo del punto medio que para $K = F$ es de 2 así que la mejor opción sería la de redondear a la alta y colocar seis luminarias.

9. Distribución de luminarias en filas por columnas.

En algunos casos, se colocan más luminarias de las necesarias para que la distribución quede homogénea, favoreciendo de esta forma la iluminación de la dependencia.

10. Posteriormente a estos cálculos se procederá a calcular el resto de los locales mediante la siguiente tabla.



2.1.3 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE

Para el cálculo de las luminarias primero se tendrán como datos iniciales la superficie de cada local (largo y ancho) la altura de la nave es de 9 m, la de los locales que se encuentran el complejo interior es de 2.6 m, la altura del plano de trabajo será de 0.85 m , y la altura de trabajo 1.6 m, para todos los locales.

Con estos datos se procederá al cálculo de la iluminación mínima de los locales de los que consta la nave.

Recordamos también que cuando la diferencia de nivel de iluminación entre dos locales contiguos sea superior al 20 por 100, el nivel menos iluminado de ambos no será inferior a 200 Lx. Además en un local de trabajo desprovisto totalmente de ventanas o huecos de iluminación natural, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lx .

También se ha utilizado el programa de iluminación DIALUX para comprobar la uniformidad media de la luz en el plano de trabajo. De este modo, vemos si el valor que necesitamos según las tablas, se consigue en toda la superficie del plano de trabajo de cada estancia. Se adjuntan las tablas con las isolineas correspondientes a cada estancia.



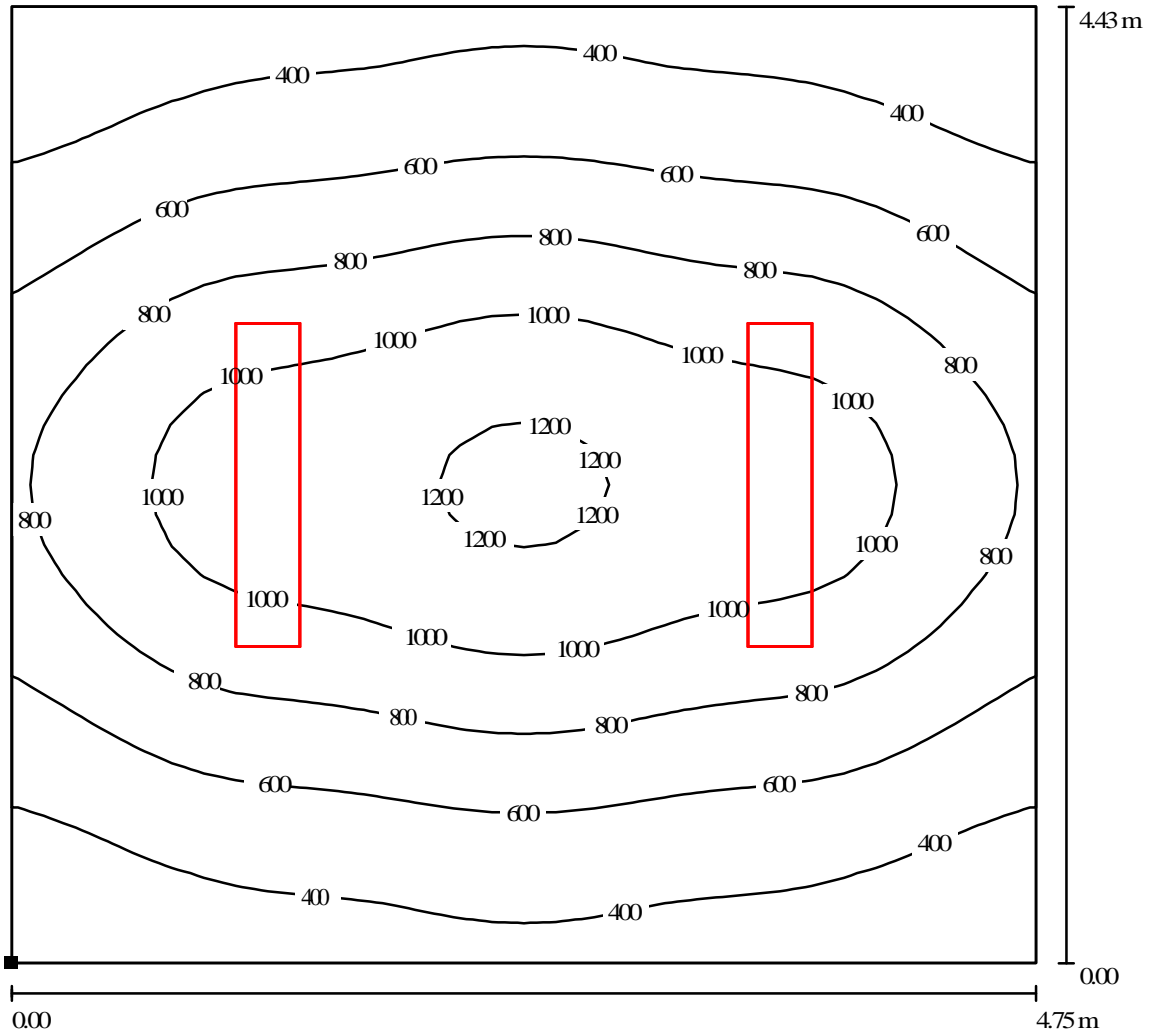
Estancia	Superficie (m ²)	Iluminación (Lux)	Factor mantenimiento	Flujo Total (lm)	Flujo Luminaria (lm)	Nº Luminarias	Nº Lámparas	Potencia Luminaria (W)	Potencia Total (W)
Almacén-1	21,04	500*	0,8	22675,11	12300	2	4	175	350
Almacén-2	5,60	500*	0,8	9210,53	8900	1	2	118	118
Oficina	13,00	500*	0,8	15931,37	12300	2	4	175	350
Aseos (Baño)	10,93	500*	0,8	13388,48	12300	1	2	175	175
Duchas (Baño)	4,70	500*	0,8	7338,12	5200	2	2	55	110
Waters (Baño)	4,70	500*	0,8	7338,12	5000	2	2	65	130
Vestuarios	28,50	500*	0,8	30711,21	12300	2	4	175	350
Zona Producción	4015,81	500*	0,8	3483565,20	55500	72	72	430	30960
Zona Almacenamiento	1654,10	500*	0,8	838226,35	55500	27	27	430	11610

* En un local de trabajo desprovisto de ventanas o huecos de iluminación natural, o que tenga turno de trabajo de noche, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lx.

** Se dispondrá de más luminarias de las calculadas, para conseguir una distribución luminosa más homogénea de la estancia, o a petición del contratista.



Almacen1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 35

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

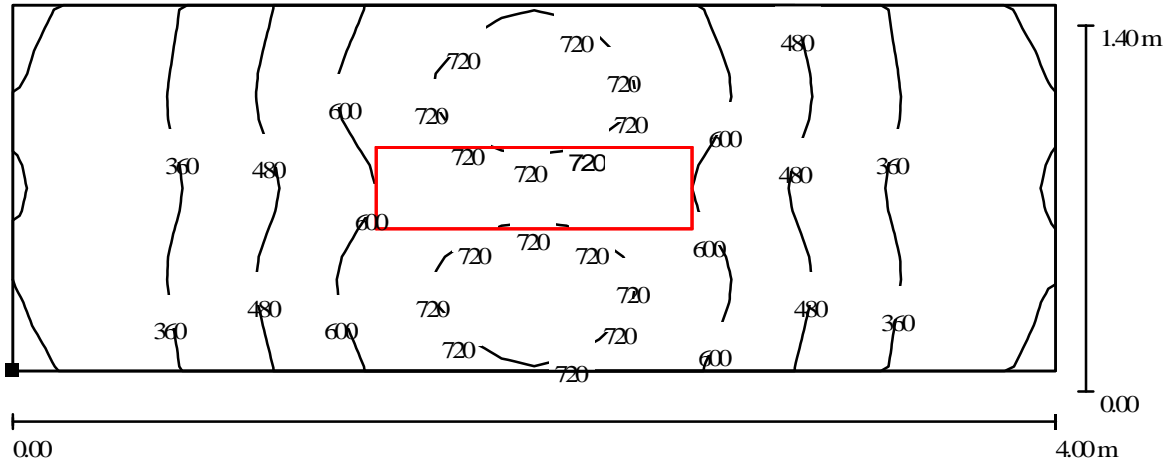


Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
709	248	1243	0.35	0.20



Almacen2 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 29

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 16 Puntos

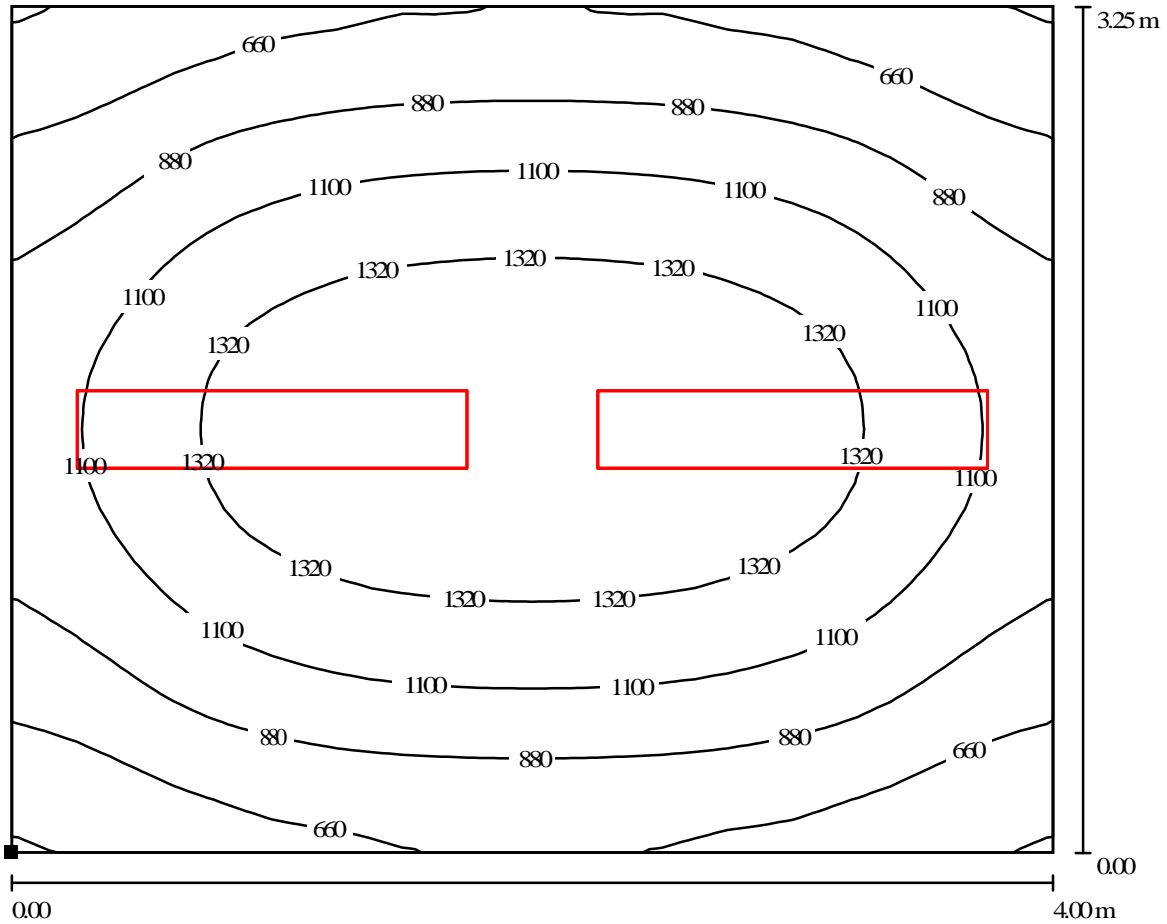
E_m [lx]
493

E_{min} [lx]
227

E_{max} [lx]
778



Oficina / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 29

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(15.230 m, 0.200 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

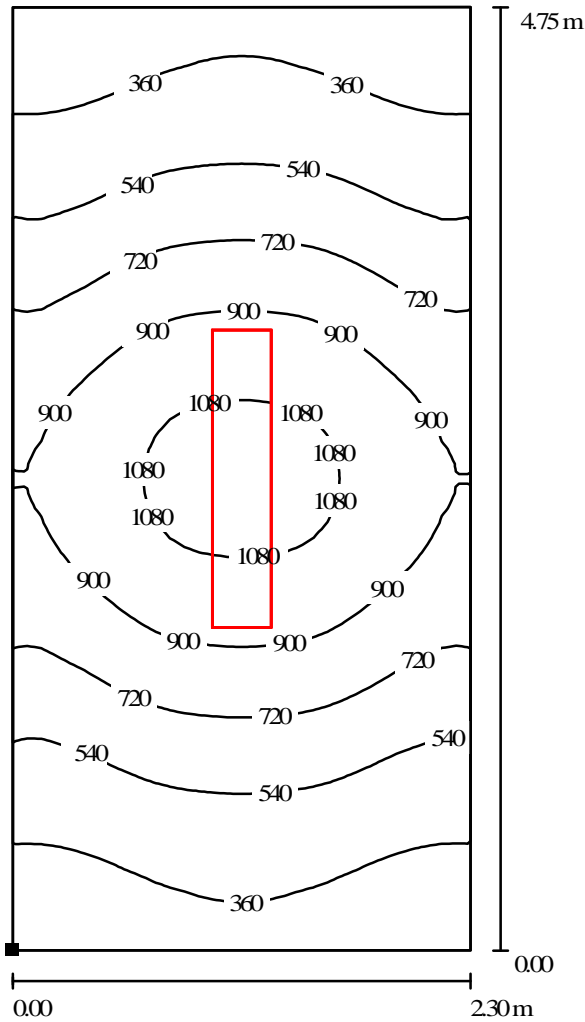
E_m [lx]
1039

E_{min} [lx]
428

E_{max} [lx]
1524



Pilas / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 38

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

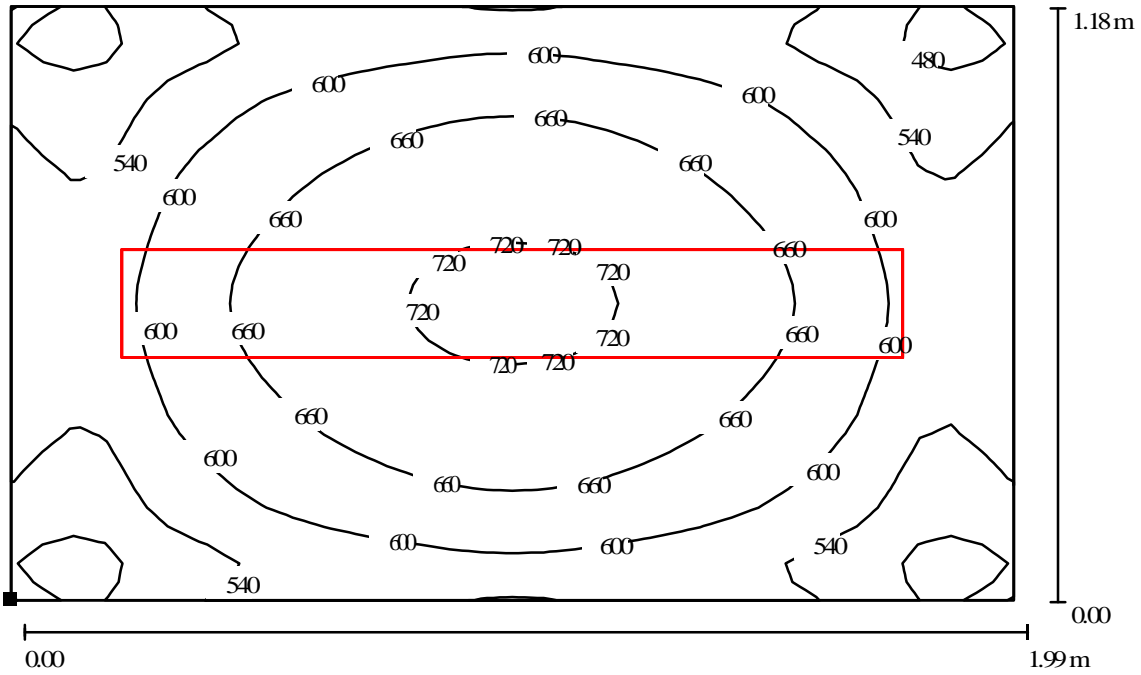
E_m [lx]
670

E_{min} [lx]
277

E_{max} [lx]
1142



Ducha / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1: 15

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



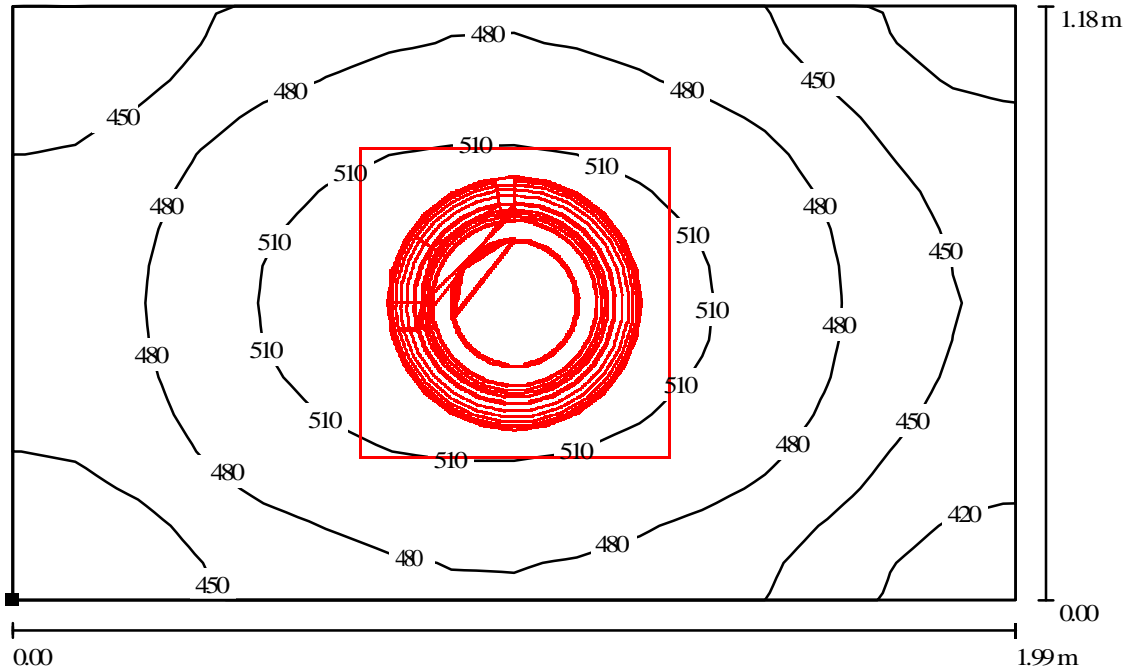
Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]
608

E_{min} [lx]
441

E_{max} [lx]
733

Water / Plano útil / Isolneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 15

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

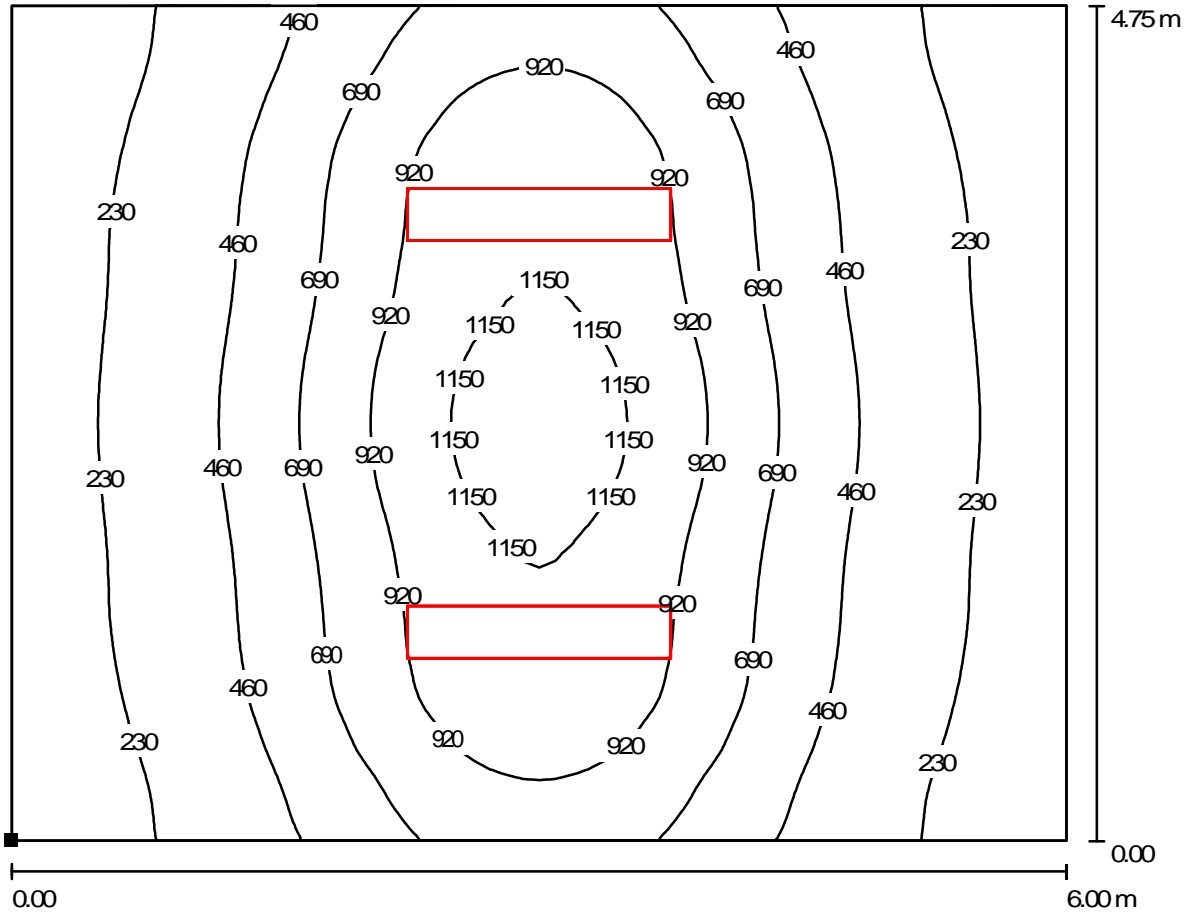
E_m [lx]
478

E_{min} [lx]
398

E_{max} [lx]
527



Vestuario / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 43

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

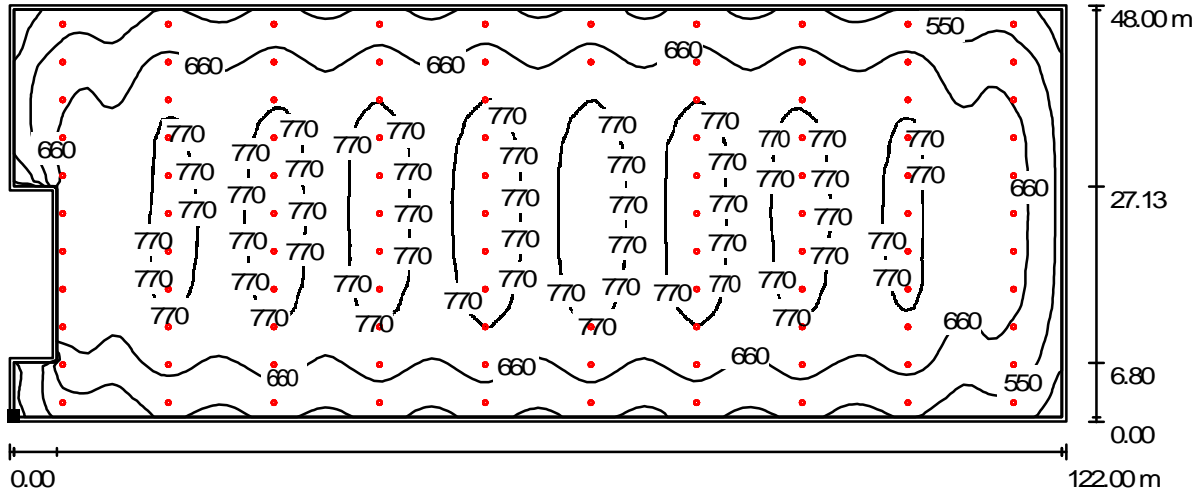
E_m [lx]
583

E_{min} [lx]
137

E_{max} [lx]
1257



Nave Interior / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 873

Situación de la superficie en el local:
 Plano útil con 0.500 m Zona marginal
 Punto marcado:
 (0.500 m, 0.500 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]
694

E_{min} [lx]
308

E_{max} [lx]
825



Tras haber realizado los cálculos del número de luminarias necesarias para cada local, se eligen las luminarias y lámparas seleccionadas para dichos locales del catálogo Philips como se muestra a continuación:

- Local: almacén-1
 - 2 luminarias Philips SmartForm TBS 460
 - 4 lámparas TL5-80W/840 HF C8
- Local: almacén-2
 - 1 luminaria Philips TBS 324
 - 2 lámparas TL5-54W/840 HF C5
- Local: oficina
 - 2 luminaria Philips SmartForm TBS 460
 - 4 lámparas TL5-80W/40 HF C8
- Local: Aseos (Baño)
 - 1 luminaria Philips SmartForm TBS 460
 - 2 lámparas TL5-80W/840 HF C8
- Local: Duchas (Baño)
 - 2 luminarias Philips ISOLUX 4 IS 140
 - 2 lámparas TL-D58W/840 HF MB+GT
- Local: Waters (Baño)
 - 2 luminarias Philips Rotaris TBS 742
 - 2 lámparas TL5C60W/840 HF
- Local: vestuarios
 - 2 luminarias Philips SmartForm TBS 460
 - 4 lámparas TL5-80W/840 HF C8
- Local: Nave zona de producción
 - 72 luminarias Philips High-Bay HPK SPK110
 - 72 lámparas SON-PP400W CON WB-E GC P3



- Local: Nave zona de almacenamiento
 - 27 luminarias Philips High-Bay HPK SPK110
 - 27 lámparas SON-PP400W CON WB-E GC P3



2.1.4 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media en el plano de trabajo de 5 lux/m^2 en toda la nave, 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 marcadas.

La colocación de alumbrado de emergencia y señalización se situarán a una altura de 2,30 m respecto del suelo (cuando su situación sea sobre puertas), justo encima de los marcos de las puertas, excepto en el caso en el que vayan fijadas sobre las fachadas interiores, en cuyo caso estarán a una altura de 3,00 m respecto del suelo.

En la parte superior de las puertas de los locales singulares como aseos, oficinas, vestuarios, etc. Así como en las puertas que den paso a la salida de la nave, se instalarán bloques autónomos con la condición de “salida”, y en los pasos, se instalarán con flechas de dirección

Los servicios de iluminación de emergencia deberán tener su propia fuente de energía, mediante baterías que podrán cargarse con la propia red local. Dispondrá a su vez de sistemas automáticos de conexión cuando se produzca el fallo de alumbrado general, o cuando descienda el valor de la tensión por debajo del 70 % de su valor nominal.

Las luminarias de emergencia elegidas son de la marca NORMALUX subfamilia STYLO.

A continuación se procede a exponer los cálculos realizados mediante la siguiente tabla.



Estancia	Superficie (m ²)	Iluminación (lm/m ²)	Flujo Necesario (lm)	Flujo por Aparato (lm)	Nº de aparatos	Nombre de luminaria	Potencia lámpara (W)	Potencia Total (W)
Almacén-1	21,04	5	105,20	120	1	BLOQUE S-150	9	9
Almacén-2	5,60	5	28,00	40	1	BLOQUE S-30	4	4
Oficina	13,00	5	65,00	120	1	BLOQUE S-150	9	9
Aseos-Baños	10,93	5	54,65	60	1	BLOQUE S-60	4	4
Duchas-Baños	4,70	5	23,50	40	1	BLOQUE S-30	4	4
Waters-Baños	4,70	5	23,50	40	1	BLOQUE S-30	4	4
Vestuarios	28,50	5	142,50	120	2	BLOQUE S-150	9	18
Nave	5669,91	5	28349,55	500	57	BLOQUE S-SPL9	9	513



2.1.5 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

La instalación de iluminación exterior se ha realizado siguiendo el método de cálculo que se expone en el documento MEMORIA, sacado del libro llamado LUMINOTECNIA enciclopedia CEAC de electricidad, cuyo autor es D. José Ramírez Vázquez.

En el exterior de la nave se necesita una iluminación media de 20 lux mediante unas lámparas que se colocarán a una altura de 6.15m de distancia respecto del suelo.

Optamos por la pareja luminaria-lámpara de SEP 483 VP E40 HPL-400W de PHILIPS + HPL-N 400W/542 E40 de PHILIPS (de vapor de mercurio), con los siguientes características:

- $\eta = 0,4$
- $F_m = 0,75$
- $\eta_A = 0,78$
- $\phi = 22000$

Teniendo estos datos se calculará a qué distancia (D) hay que colocar las luminarias unas de otras.

$$\phi = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot F_m \cdot \eta_A} \Rightarrow 22000 = \frac{20 \cdot 6,15 \cdot D}{0,4 \cdot 0,75 \cdot 0,78} \Rightarrow D = 41,85m$$

La fachada delantera y la posterior tienen una distancia de 48.0 m. Para conseguir la iluminación exterior necesaria colocaremos 2 luminarias en la fachada delantera, y 2 luminarias en la fachada trasera.

Además, en la fachada lateral derecha (mirando la nave de frente), hay habilitada una zona de aparcamientos para vehículos, que también deberá ser iluminada; como al fachada es de 122 m, colocaremos un total de 3 luminarias más a la misma altura que las luminarias de las fachadas delantera y trasera.

Nº de aparatos:

- 7 luminarias: Con carcasa de inyección de aluminio y brazo para fijación en fachada, con reflector de aluminio anodinado y cierre de vidrio plano. Modelo SEP 483 VP E40 HPL-400W de PHILIPS.

- 7 lámparas: de vapor de mercurio alta presión de 400 vatios, HPL-N 400W/542 E40 de PHILIPS



2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.2.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se va 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:

$$I_n = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

Trifásica:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi}$$

Y siendo:

I_n = intensidad nominal (A).

P = potencia consumida en cada receptor (W).

V = tensión nominal (V).

$\cos \varphi$ = factor de potencia de cada receptor.

Además se tendrá en cuenta el factor de corrección (F_{COR}) que ha de aplicarse en cada caso, dependiendo del tipo de receptor que se tenga (un solo motor, varios motores, lámparas). Al multiplicar este factor de corrección por la intensidad nominal se obtendrá I_{adm} .

Para calcular la Potencia Activa total de cada línea, se sumará las de todos los elementos de la misma línea.



2.2.2 INTENSIDAD DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS

El factor de simultaneidad se ha sacado multiplicando el motor de mayor potencia por 1,25 mas la suma de los demás motores a plena carga. Los receptores de alumbrado se multiplican por un coeficiente de 1,8.

De ésta manera se hallan las intensidades que saldrán del cuadro general de distribución.

Cuadro auxiliar 1. Cortado.

Linea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
C.A.1.1	Sierra sabi (PBS)	368	400	0,85	0,63	1,25	0,79	Trifásica
C.A.1.2	Trazadora disco (CV-550)	1324,80	400	0,83	2,30	1,25	2,88	Trifásica
C.A.1.3	Sierra disco EISELE	1913,60	400	0,85	3,25	1,25	4,06	Trifásica
C.A.1.4	Toma triásica	9700	400	1	14	1	14	Trifásica
C.A.1.5	Toma monofásica	3680	230	1	16	1	16	R - N
Total		16986,4			36,18		37,73	
Factor de simultaneidad = 0,8		13589,12			28,94		30,18	


Cuadro auxiliar 2. Granallado.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos φ	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
C.A.2.1	Cizalladora Geka Hydracrops 110 SD	8856	400	0,8	15,98	1,25	19,98	Trifásica
C.A.2.2	Cizalladora Geka Hydracrops 70 S	8856	400	0,8	15,98	1,25	19,98	Trifásica
C.A.2.3	Taladro IBARMIA	2208	400	0,85	3,75	1,25	4,67	Trifásica
C.A.2.4	Granalladora	135600	400	0,89	219,91	1,25	274,90	Trifásica
C.A.2.5	Toma trifásica	9700	400	1	14	1	14	Trifásica
C.A.2.6	Toma monofásica	3680	230	1	16	1	16	R - N
Total		168900			285,62		349,53	
Factor de simultaneidad = 0,79		133431			225,64		276,13	



Cuadro auxiliar 3. Soldadura.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
C.A.3.1	Maquina Soldadura 1	13984	400	0,85	23,75	1,25	29,69	Trifásica
C.A.3.2	Maquina Soldadura 2	13984	400	0,85	23,75	1,25	29,69	Trifásica
C.A.3.3	Maquina Soldadura 3	13984	400	0,85	23,75	1,25	29,69	Trifásica
C.A.3.4	Maquina Soldadura 4	13984	400	0,85	23,75	1,25	29,69	Trifásica
C.A.3.5	Maquina Soldadura 5	13984	400	0,85	23,75	1,25	29,69	Trifásica
C.A.3.6	Maquina Soldadura 6	13984	400	0,85	23,75	1,25	29,69	Trifásica
C.A.3.7	Maquina Soldadura 7	13984	400	0,85	23,75	1,25	29,69	Trifásica
C.A.3.8	Puente grúa 1	5152	400	0,8	9,30	1,25	11,63	Trifásica
C.A.3.9	Puente grúa 2	5152	400	0,8	9,30	1,25	11,63	Trifásica
C.A.3.10	Puente grúa 3	5152	400	0,8	9,30	1,25	11,63	Trifásica
C.A.3.11	Puente grúa 4	5152	400	0,8	9,30	1,25	11,63	Trifásica
C.A.3.12	Puente grúa 5	5152	400	0,8	9,30	1,25	11,63	Trifásica
C.A.3.13	Toma trifásica	9700	400	1	14	1	14	Trifásica
C.A.3.14	Toma monofásica	3680	230	1	16	1	16	R – N
Total		137028			242,75		295,98	
Factor de simultaneidad = 0,75		102771			182,06		221,99	

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica en baja tensión y centro de transformación

**Cuadro auxiliar 4. Pintado.**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
C.A.4.1	Cabina de Pintura	135600	400	0,9	217,47	1,25	271,84	Trifásica
C.A.4.2	Toma trifásica	9700	400	1	14	1	14	Trifásica
C.A.4.3	Toma monofásica	3680	230	1	16	1	16	R – N
Total		148980			247,47		201,84	
Factor de simultaneidad = 0,87		129612,6			215,30		175,60	



Cuadro auxiliar 5. Alumbrado Nave.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
C.A.5.1	Alumbrado muelles (12 luminarias)	5160	230	1	22,43	1,8	40,37	R-N
C.A.5.2	Alumbrado corte (9 luminarias)	3870	230	1	16,87	1,8	30,37	S-N
C.A.5.3	Alumbrado granallado (6 luminarias)	2580	230	1	11,22	1,8	20,2	T-N
C.A.5.4	Alumbrado soldadura 1 (24 luminarias)	10320	230	1	44,87	1,8	80,77	R-N
C.A.5.5	Alumbrado soldadura 2 (19 luminarias)	8170	230	1	35,52	1,8	63,93	S-N
C.A.5.6	Alumbrado perfil corto (2 luminarias)	860	230	1	3,74	1,8	6,73	T-N
C.A.5.7	Alumbrado pintado (2 luminarias)	860	230	1	3,74	1,8	6,73	R-N
C.A.5.8	Alumbrado almacén 1 (12 luminarias)	5160	230	1	22,43	1,8	40,37	S-N
C.A.5.9	Alumbrado almacén 2 (13 luminarias)	5590	230	1	24,30	1,8	43,74	T-N
C.A.5.10	Alumbrado emergencia (57 luminarias)	530	230	1	2,30	1,8	4,14	R-N
C.A.5.11	Alumbrado exterior	2800	230	1	12,17	1,8	21,9	S-N
C.A.5.12	3 tomas 3F (1)	29100	400	1	42	1	42	Trif

Documento: Cálculos
Instalación eléctrica en baja tensión y centro de transformación



C.A.5.13	3 tomas 3F (2)	29100	400	1	42	1	42	Trif
C.A.5.14	3 tomas 3F (3)	29100	400	1	42	1	42	Trif
C.A.5.15	3 tomas 1F (1)	11040	230	1	48	1	48	R-N
C.A.5.16	3 tomas 1F (2)	11040	230	1	48	1	48	S-N
C.A.5.17	3 tomas 1F (3)	11040	230	1	48	1	48	T-N
Total		166320			469,59		629,25	
Factor de simultaneidad = 0,52		86486,4			244,19		327,21	


Cuadro auxiliar 6. Alumbrado complejo interior.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
C.A.6.1	Alumbrado	1408	230	1	6,12	1,8	11,02	R-N
C.A.6.2	Alumbrado emergencia	52	230	1	0,23	1,8	0,41	S-N
C.A.6.3	4 Tomas monofasicas OFICINA	14720	230	1	64	1	64	T-N
C.A.6.4	2 Tomas monofasicas almacen-1	7360	230	1	32	1	32	S-N
C.A.6.5	4 tomas monofasicas Baños+vest	14720	230	1	64	1	64	T-N
Total		38260			166,35		171,43	
Factor de Simultaneidad = 0,45		17217			74,86		77,15	



Cuadro auxiliar 7. Sala de Compresores.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
C.A.7.1	Compresor 1	19000	400	0,87	31,52	1,25	39,40	Trif.
C.A.7.2	Compresor 2	19000	400	0,87	31,52	1,25	39,40	Trif.
C.A.7.3	Cargador baterías	5000	400	0,85	8,49	1	8,49	Trif.
C.A.7.4	2 tomas 3F	19400	400	1	27,42	1	27,42	Trif.
C.A.7.5	2 tomas 1F	7360	230	1	32	1	32	R-N
Total		69760			130,95		146,71	
Factor de Simultaneidad = 0,63		69760			82,50		92,43	



Cuadro general de distribución.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)	Ical (A)	Fase
C.G.1	Cuadro aux.1	13589,12	400	28,94	30,18	Trif.
C.G.2	Cuadro aux.2	133421	400	225,64	276,13	Trif.
C.G.3	Cuadro aux.3	102771	400	182,06	221,99	Trif.
C.G.4	Cuadro aux.4	129612,6	400	215,30	175,60	Trif.
C.G.5	Cuadro aux.5	86486,4	400	244,19	327,21	Trif.
C.G.6	Cuadro aux.6	17217	400	74,86	77,15	Trif.
C.G.7	Cuadro aux.7	69760	400	82,50	92,43	Trif.
TOTAL		552857,12	400	1053,49	1200,69	



2.2.3 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR

Tras el cálculo de la potencia e intensidades que demandará la empresa, se ha visto que para estas necesidades de consumo y de utilización el transformador más adecuado es uno de 1000 KVA ya que proporciona una intensidad de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{1000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443,38 \text{ A}$$

De esta forma la instalación de la nave queda abastecida, ya que la demanda es de 1200,69 A. Además, no se prevé ampliar la potencia de la nave en un futuro cercano.



2.3 CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la intensidad nominal se calculará:

F_c = factor de corrección, que depende de la temperatura, del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma.

I_{adm} = es la intensidad resultante del cociente de I_{cal} entre F_c .

Una vez hecho esto, hay que ir al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en la tabla correspondiente se elige la sección que corresponda a la $I_{máx,adm}$ (intensidad máxima admisible).

Además se calcula la caída de tensión, con el fin de elegir un conductor que cumpla con la normativa (la caída de tensión debe ser menor del 4.5% para el alumbrado y del 6.5% para los demás usos). **itc 19**.

La caída de tensión se calculará del siguiente modo, dependiendo del tipo de red que tengamos:

Monofásica:

$$e = \frac{2LI_n \cos \varphi}{S\gamma}$$

Trifásica:

$$e = \frac{\sqrt{3}LI_n \cos \varphi}{S\gamma}$$

Donde:

e = caída de tensión en voltios.

L = longitud de la línea en metros.

I_n = intensidad nominal de la línea en amperios.

$\cos \varphi$ = factor de potencia.

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

S = sección del cable en mm^2 .



2.3.2 LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN. TRANSFORMADOR – C.G.D.

Es la línea que une el centro de transformación con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 30% la carga de la misma, o para poder aprovechar el transformador al 100%.

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 1200,69 amperios. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general es de 15 metros.

Se designan 3 conductores por fase, por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio de la total.

La Línea General de Alimentación desde el transformador hasta el cuadro general se realizara desde el cuadro de protección en baja tensión situado en el Centro de Transformación de 1000 kVA, con conductor RVK 0,6/1 KV 3x150 mm² (+ 70 mm²), de Cu, instalado bajo tubo enterrado en suelo hasta el cuadro general.

Los cálculos se realizan según la ITC-BT 07 tabla 5 que dan la sección que se debe emplear para cables con conductores de cobre en instalaciones enterradas.

La distribución de la corriente del centro de transformación al cuadro general de distribución se hará mediante 3 conductores unipolares de cobre de 150 mm² de sección. Siendo para cada una de las fases uno de ellos. Para el neutro se utilizará un conductor de 70 mm² de sección, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE).

$$\begin{aligned} L &= 15 \text{ m} \\ I_n &= 1200,69/3 \text{ A} \\ S &= 150 \text{ mm}^2 \\ \gamma &= 56 \text{ (Cobre)} \end{aligned}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} L I_n \cos \varphi}{S \gamma} = 1,24 \text{ V}$$

$$e (\%) = \frac{e \cdot 100}{400} = 0,309 \text{ V}$$



2.3.3 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES

Cuadro general de distribución

Linea	In(A)	Ical(A)	Fc	Iadm(A)	L(m)	Canalización	S (mm ²)	e(%)	eT(%)	ϕTubo (mm)
C.G.1	28,94	30,18	0.8	37,73	49	Bandeja+enterrado	3x16/10 +10TT	0,69	0,87	100
C.G.2	225,64	276,13	0.8	345,16	60	Bandeja+enterrado	3x120/70 +70TT	0,87	1,06	100
C.G.3	182,06	221,99	0.8	277,49	71	Bandeja+enterrado	3x120/70 +70TT	0,83	1,02	100
C.G.4	215,30	175,60	0.8	219,5	88	Bandeja+enterrado	3x150/70 +70TT	0,98	1,16	120
C.G.5	244,19	327,21	0.8	409,01	32	Bandeja+enterrado	3x70/35 +35TT	0,86	1,05	63
C.G.6	74,86	77,15	0.8	96,44	50	Bandeja+enterrado	3x35/16 +16TT	0,83	1,01	100
C.G.7	82,50	92,43	0.8	115,54	26	Bandeja+enterrado	3x25/16 +16TT	0,66	0,85	40



Cuadro auxiliar 1. Cortado

Línea	In(A)	Ical(A)	Fc	Iadm(A)	L(m)	Canalización	S (mm ²)	e(%)	eT(%)	φTubo (mm)
C.A.1.1	0,63	0,79	0,8	0,99	25	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,02	0,89	50
C.A.1.2	2,30	2,88	0,8	3,6	22	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,07	0,94	50
C.A.1.3	3,25	4,06	0,8	5,08	22	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,09	0,96	50
C.A.1.4	14	14	1	14	1	Adosado al cuadro	3x1,5/1,5 +1,5TT	0,04	0,91	-
C.A.1.5	16	16	1	16	1	Adosado al cuadro	2x1,5+ 1,5TT	0,10	0,97	-



Cuadro auxiliar 2. Granallado

Línea	In(A)	Ical(A)	Fc	Iadm(A)	L(m)	Canalización	S (mm ²)	e(%)	eT(%)	φTubo (mm)
C.A.2.1	15,98	19,98	0,8	24,98	18	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,37	1,43	50
C.A.2.2	15,98	19,98	0,8	24,98	16	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,33	1,39	50
C.A.2.3	3,75	4,67	0,8	5,84	14	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,07	1,13	50
C.A.2.4	219,91	274,90	0,8	343,63	12	Enterrado	3x120/70 +70TT	0,17	1,23	100
C.A.2.5	14	14	1	14	1	Adosado al cuadro	3x1,5/1,5 +1,5TT	0,07	1,13	-
C.A.2.6	16	16	1	16	1	Adosado al cuadro	2x1,5+ 1,5TT	0,10	1,16	-



Cuadro auxiliar 3. Soldadura

Línea	In(A)	Ical(A)	Fc	Iadm(A)	L(m)	Canalización	S (mm ²)	e(%)	eT(%)	φTubo (mm)
C.A.3.1	23,75	29,69	0,85	34,93	7	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,21	1,23	50
C.A.3.2	23,75	29,69	0,85	34,93	17	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,52	1,54	50
C.A.3.3	23,75	29,69	0,85	34,93	27	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,83	1,85	50
C.A.3.4	23,75	29,69	0,85	34,93	22	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,67	1,69	50
C.A.3.5	23,75	29,69	0,85	34,93	60	Enterrado	3x16/10 + 10TT	0,69	1,71	63
C.A.3.6	23,75	29,69	0,85	34,93	65	Enterrado	3x16/10 + 10TT	0,75	1,77	63
C.A.3.7	23,75	29,69	0,85	34,93	70	Enterrado	3x16/10 + 10TT	0,80	1,82	63
C.A.3.8	9,30	11,63	0,8	14,54	11	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,13	1,15	50
C.A.3.9	9,30	11,63	0,8	14,54	21	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,25	1,27	50
C.A.3.10	9,30	11,63	0,8	14,54	31	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,37	1,39	50
C.A.3.11	9,30	11,63	0,8	14,54	56	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,67	1,69	50
C.A.3.12	9,30	11,63	0,8	14,54	61	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,73	1,75	50
C.A.3.13	14	14	1	14	1	Adosado al cuadro	3x1,5/1,5 + 1,5TT	0,07	1,09	-
C.A.3.14	16	16	1	16	1	Adosado al cuadro	2x1,5 + 1,5TT	0,10	1,12	-



Cuadro auxiliar 4. Pintado

Línea	In(A)	Ical(A)	Fc	Iadm(A)	L(m)	Canalización	S (mm ²)	e(%)	eT(%)	φTubo (mm)
C.A.4.1	217,47	271,84	0,85	302,04	36	Enterrado	3x95/50 +50TT	0,64	1,80	75
C.A.4.2	14	14	1	14	35	Adosado al cuadro	3x6/6+ 6TT	0,63	1,79	-
C.A.4.3	16	16	1	16	35	Adosado al cuadro	2x6+ 6TT	0,83	1,99	-



Cuadro auxiliar 5. Alumbrado Nave

Línea	In(A)	Ical(A)	Fc	Iadm(A)	L(m)	Canalización	S (mm ²)	e(%)	eT(%)	ϕTubo (mm)
C.A.5.1	22,43	40,37	0,9	44,86	124	Tubo grapado	2x35+ 16TT	0,71	1,76	40
C.A.5.2	16,87	30,37	0,9	33,74	52	Tubo grapado	2x16+ 10TT	0,49	1,54	32
C.A.5.3	11,22	20,2	0,9	22,44	103	Tubo grapado	2x16+ 10TT	0,64	1,69	32
C.A.5.4	44,87	80,77	0,9	89,74	274	Tubo grapado	2x70+ 35TT	1,57	2,62	50
C.A.5.5	35,52	63,93	0,9	71,03	244	Tubo grapado	2x50+ 25TT	1,55	2,60	50
C.A.5.6	3,74	6,73	0,9	7,48	108	Tubo grapado	2x4+ 2,5TT	0,90	1,95	20
C.A.5.7	3,74	6,73	0,9	7,48	120	Tubo grapado	2x4+ 2,5TT	1,00	2,05	20
C.A.5.8	22,43	40,37	0,9	44,86	282	Tubo grapado	2x50+ 25TT	1,13	2,18	50
C.A.5.9	24,30	43,74	0,9	48,6	247	Tubo grapado	2x50+ 25TT	1,07	2,12	50
C.A.5.10	2,30	4,14	0,9	4,6	275	Tubo grapado	2x16+ 10TT	0,94	1,99	32
C.A.5.11	12,17	21,9	0,9	24,33	258	Tubo grapado	2x35+ 16TT	0,80	1,85	40
C.A.5.12	42	42	0,9	46,67	45	Tubo grapado	3x16/10 10TT	0,91	1,96	32
C.A.5.13	42	42	0,9	46,67	35	Tubo grapado	3x16/10 +10TT	0,71	1,76	32
C.A.5.14	42	42	0,9	46,67	95	Tubo grapado	3x35/16 +16TT	0,88	1,93	40
C.A.5.15	48	48	0,9	53,33	45	Tubo grapado	2x25+ 16TT	0,77	1,82	32
C.A.5.16	48	48	0,9	53,33	35	Tubo grapado	2x16+ 10TT	0,94	1,99	32
C.A.5.17	48	48	0,9	53,33	95	Tubo grapado	2x35+ 16TT	1,16	2,21	40



Cuadro auxiliar 6. Alumbrado complejo interior

Línea	In(A)	Ical(A)	Fc	Iadm(A)	L(m)	Canalización	S (mm ²)	e(%)	eT(%)	φTubo (mm)
C.A.6.1	6,12	11,02	0,85	12,96	33	Empotrado	2x2,5+ 2,5TT	0,72	1,73	16
C.A.6.2	0,23	0,41	0,85	0,48	40	Empotrado	2x1,5+ 1,5TT	0,05	1,06	16
C.A.6.3	64	64	0,9	71,11	10	Empotrado	2x16+ 10TT	0,36	1,37	32
C.A.6.4	32	32	0,9	35,56	7	Empotrado	2x4+ 2,5TT	0,50	1,51	20
C.A.6.5	64	64	0,9	71,11	22	Empotrado	2x16+ 10TT	0,79	1,80	32



Cuadro auxiliar 7. Sala de compresores.

Línea	In(A)	Ical(A)	Fc	Iadm(A)	L(m)	Canalización	S (mm ²)	e(%)	eT(%)	φTubo (mm)
C.A.7.1	31,52	39,40	0,85	46,35	4	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,16	1,01	50
C.A.7.2	31,52	39,40	0,85	46,35	6	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,24	1,09	50
C.A.7.3	8,49	8,49	0,85	9,99	3	Enterrado	3x6/6 + 6TT	0,03	0,88	50
C.A.7.4	27,42	27,42	0,9	30,47	1	Adosado al cuadro	3x4/4 + 4TT	0,05	0,90	-
C.A.7.5	32	32	0,9	35,56	1	Adosado al cuadro	2x4+ 4TT	0,07	0,92	-

2.3.4 INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ANTERIORES

A continuación se explican las abreviaturas que aparecen en las tablas anteriores:

Línea = designación de la línea eléctrica a la que hace referencia.

In = intensidad nominal de la línea en amperios.

Ical = intensidad resultante de multiplicar In por un factor de corrección que depende del tipo de receptor.

Fc = factor de corrección, que depende de la temperatura, del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma.

Iadm = es la intensidad resultante del cociente de Ical entre Fc.

L = longitud de la línea en metros.

Canalización = Tipo de canalización por la que se distribuye la líneas.

S = sección del cable en mm².

e (%) = caída de tensión en tanto por ciento.

eT = caída de tensión total, desde el origen de la instalación, en tanto por ciento.

φTubo = Diámetro exterior mínimo del tubo que aloja los cables y se calcula según el número y sección de los cables a conducir. **itc 21.**



2.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.4.1 INTRODUCCION

El cálculo de las corrientes de cortocircuito tiene como objeto el determinar el poder de corte de la aparatada de protección en los puntos considerados. Estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución y en los diferentes aparatos de protección de los que consta la instalación.

El poder de corte deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito (I_{cc}).

2.4.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

En el proceso de cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria.

2.4.3 CALCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

Primeramente se calculará la impedancia aguas arriba de transformador.

La potencia de cortocircuito proporcionada por la red según la compañía suministradora (en este caso IBERDROLA), es $P_{cc} = 500\text{MVA}$.

Calculamos la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador.

$$Z = \frac{U_s^2}{S_{cc}} = \frac{400^2}{500 \times 10^6} = 0,32 \text{ m}\Omega.$$

Donde:

U_s = tensión en vacío del secundario en voltios.

S_{cc} = potencia de cortocircuito (IBERDROLA = 500 MVA).

Z = impedancia aguas arriba en $\text{m}\Omega$.

En segundo lugar se calcula la impedancia del transformador, para ello se considera despreciable la aparatada de alta tensión.

$$Z = U_s^2 \frac{U_{cc}}{S} = 400^2 \frac{0,05}{1000} = 7,11 \text{ m}\Omega.$$



Donde:

U_s = tensión en vacío entre fases en voltios.

U_{cc} = tensión de cortocircuito en % (5%)

S = Potencia aparente en KVA (1000 KVA)

Z = impedancia del secundario en $m\Omega$.

Así pues ya se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z_t = 0,32 + 7,11 = 7,43 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3}Z_T} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 7,43} = 31,08 \text{ KA}$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en KA

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador

Z_t = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en $m\Omega$.

2.4.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS Y ELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.

Se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución de la empresa:

15 metros de acometida formada por 3 fases de 150 mm^2 .

$$R_L = \rho \frac{L}{S} = 1/56 \frac{15}{450} = 0,59 \text{ m}\Omega.$$

$$X_{\text{redBT}} = \frac{U^2_P}{S_{CC}} \left(\frac{U_S}{U_P} \right)^2 = \frac{(13,2 \cdot 10^3)^2}{500 \cdot 10^6} \cdot \left(\frac{0,4}{13,2} \right)^2 = 0,00032 \text{ (j}\Omega).$$

$$X_t = \frac{5}{100} \left(\frac{U_S^2}{S_n} \right) = \frac{5}{100} \left(\frac{400^2}{1000 \cdot 10^3} \right) = 0,008 \text{ (j}\Omega).$$

$$X_{\text{aut}} = 0,00015 \cdot 1 = 0,00015 \text{ (j}\Omega).$$

$$R_T = R_L = 0,59 \text{ m}\Omega.$$



$$X_T = 0,32 + 8 + 0,15 = 8,47 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = 8,48 \text{ m}\Omega.$$

A partir de aquí, la corriente de cortocircuito máxima, quedaría de la siguiente manera:

$$I_{ccmax} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 8,48} = 27,23 \text{ KA} \rightarrow PdC: 50 \text{ kA}$$

Para calcular la curva de desconexión de las protecciones calcularemos la I_{ccMIN} , y para ello rectificaremos las resistencias de los conductores aguas arriba del nuestro más el nuestro y calcularemos una nueva Z_T y la Z_O .

$$R_{L250^\circ} = R_{L20^\circ} (1 + \alpha \cdot \Delta T) = 0,37 \cdot (1 + 0,004 \cdot 230) = 0,71$$

Donde: $\alpha = 0,004$

$\Delta T = 230^\circ$ para XLPE, 140° para PVC.

La nueva Z_d :

$$Z_d = (\sum R_{L250^\circ} + X_T) = (0,71 + 8,48j) \Omega.$$

A continuación calculamos la Z_o , que se obtiene de la siguiente manera:

$$Z_o = (3R_{L250^\circ tot} + X_t + 3X_{aut}) = (2,13 + 0,00815j)$$

Sabiendo esto, calculamos el valor de la corriente de cortocircuito mínima, a partir de la cual obtendremos la curva de desconexión de la protección que elijamos.

$$I_{ccmin} = \frac{U_s \sqrt{3}}{|2Z_d + Z_o|} = \frac{400\sqrt{3}}{17,9} = 38,7 \text{ A} = 0,038 \text{ kA}.$$



Conociendo la I_{ccmin} podremos calcular la curva de desconexión del dispositivo de protección, ya que la $I_{magnetización} \geq I_{ccmin}$. Antes de calcular la I_{mag} , debemos haber calculado el calibre de la protección, que se realiza del siguiente modo:

$$I_{cal} \leq I_N \leq I_{Adm}$$

Tomaremos como I_{cal} la que tenga la carga del extremo de la línea (o la podremos calcular a partir de la potencia que consume, y la tensión de alimentación), y como I_{Adm} la de la sección del cable elegido (ITC-7 o ITC-19), entonces el valor normalizado inmediatamente superior a I_{cal} será nuestra I_N (aunque podríamos haber cogido cualquiera de los presentes normalizados entre I_{cal} e I_{Adm}).

Como ya habíamos calculado anteriormente la demanda de corriente para el transformador, y eran 1200,69 A (entre 3 cables de 150mm), sale que cada cable lleva 400,23 A, luego miramos la I_N para 150mm, que es 425 A.

Esto nos da un Calibre para el interruptor de 1250A.

A continuación, habiendo calculado anteriormente la I_N , y sabiendo la relación entre I_{ccmin} e I_{mag} , realizaremos las siguientes operaciones, con el fin de saber que curva de disparo necesitamos:

$$I_{mag} = 5 \cdot I_N \rightarrow \text{Curva B}$$

$$I_{mag} = 10 \cdot I_N \rightarrow \text{Curva C}$$

$$I_{mag} = 20 \cdot I_N \rightarrow \text{Curva D}$$

En nuestro caso, se cumple para la Curva B, así que ya podemos dimensionar la protección a la entrada del CGP:

Interruptor magnetotérmico con PdC: 50kA, Calibre: 1250A, curva de disparo B

Nota: En caso de que varias curvas satisfagan las igualdades, la elección se hará teniendo en cuenta factores como coste, tiempos de disparo específicos, futuras ampliaciones de la instalación, o petición expresa del cliente.



2.4.5 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES

Cuadro general de distribución

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R _{total} (mΩ)	X _{total} (mΩ)	Z _{total} (mΩ)	Tensión (V)	I _{cc} _{max} (KA)	I _{cc} _{min} (A)
C.G.1.	49	16	0,05	7,35	7,35	0,42	17,03	17,04	400	13,56	210,92
C.G.2.	60	120	0,01	9	9	0,38	18,68	18,68	400	12,36	235,96
C.G.3.	71	120	0,01	10,65	10,65	0,38	20,33	20,33	400	11,36	234,97
C.G.4.	88	150	0,01	13,2	13,2	0,38	22,88	22,88	400	10,09	235,02
C.G.5.	32	70	0,01	4,8	4,8	0,38	14,48	14,48	400	15,94	236,43
C.G.6.	50	35	0,03	7,5	7,5	0,40	17,18	17,18	400	13,44	226,23
C.G.7.	26	25	0,02	3,9	3,9	0,39	13,58	13,59	400	17,00	230,21



Cuadro auxiliar 1. Cortado

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R _{total} (mΩ)	X _{total} (mΩ)	Z _{total} (mΩ)	Tensión (V)	I _{cc} _{max} (KA)	I _{cc} _{min} (A)
C.A.1.1	25	6	0,07	3,75	3,75	0,49	20,78	20,79	400	11,11	181,51
C.A.1.2	22	6	0,07	3,30	3,30	0,49	20,33	20,34	400	11,36	184,81
C.A.1.3	22	6	0,07	3,30	3,30	0,49	20,33	20,34	400	11,36	184,81
C.A.1.4	1	1,5	0,01	0,15	0,15	0,43	17,18	17,19	400	13,44	207,44
C.A.1.5	1	1,5	0,01	0,15	0,15	0,43	17,18	17,19	230	13,44	207,44



Cuadro auxiliar 2. Granallado

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R _{total} (mΩ)	X _{total} (mΩ)	Z _{total} (mΩ)	Tensión (V)	I _{cc} _{max} (KA)	I _{cc} _{min} (A)
C.A.2.1	18	6	0,05	2,70	2,70	0,43	21,38	21,38	400	10,80	206,66
C.A.2.2	16	6	0,05	2,40	2,40	0,43	21,08	21,08	400	10,95	209,49
C.A.2.3	14	6	0,04	2,10	2,10	0,42	20,78	20,78	400	11,11	212,41
C.A.2.4	12	120	0,00	1,80	1,80	0,38	20,48	20,48	400	11,27	234,23
C.A.2.5	1	1,5	0,01	0,15	0,15	0,39	18,83	18,83	400	12,26	228,28
C.A.2.6	1	1,5	0,01	0,15	0,15	0,39	18,83	18,83	230	12,26	228,28



Cuadro auxiliar 3. Soldadura

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R _{total} (mΩ)	X _{total} (mΩ)	Z _{total} (mΩ)	Tensión (V)	I _{cc} max (KA)	I _{cc} min (KA)
C.A.3.1	7	6	0,02	1,05	1,05	0,40	21,38	21,38	400	10,80	223,28
C.A.3.2	17	6	0,05	2,55	2,55	0,43	22,88	22,88	400	10,09	208,06
C.A.3.3	27	6	0,08	4,05	4,05	0,46	24,38	24,38	400	9,47	194,78
C.A.3.4	22	6	0,07	3,30	3,30	0,45	23,63	23,63	400	9,77	201,20
C.A.3.5	60	16	0,07	9,00	9,00	0,45	29,33	29,33	400	7,87	200,54
C.A.3.6	65	16	0,07	9,75	9,75	0,45	30,08	30,08	400	7,68	198,10
C.A.3.7	70	16	0,08	10,50	10,50	0,46	30,83	30,83	400	7,49	195,72
C.A.3.8	11	6	0,03	1,65	1,65	0,41	21,98	21,98	400	10,50	216,94
C.A.3.9	21	6	0,06	3,15	3,15	0,44	23,48	23,48	400	9,83	202,54
C.A.3.10	31	6	0,09	4,65	4,65	0,47	24,98	24,98	400	9,24	189,93
C.A.3.11	56	6	0,17	8,40	8,40	0,55	28,73	28,74	400	8,04	164,31
C.A.3.12	61	6	0,18	9,15	9,15	0,56	29,48	29,49	400	7,83	160,00
C.A.3.13	1	1,5	0,01	0,15	0,15	0,39	20,48	20,48	400	11,27	228,28
C.A.3.14	1	1,5	0,01	0,15	0,15	0,39	20,48	20,48	230	11,27	228,28



Cuadro auxiliar 4. Pintado

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R _{total} (mΩ)	X _{total} (mΩ)	Z _{total} (mΩ)	Tensión (V)	I _{cc} _{max} (KA)	I _{cc} _{min} (A)
C.A.4.1	36	95	0,01	5,40	5,40	0,39	28,28	28,28	400	8,17	231,26
C.A.4.2	35	6	0,10	5,25	5,25	0,48	28,13	28,13	400	8,21	185,31
C.A.4.3	35	6	0,10	5,25	5,25	0,48	28,13	28,13	230	8,21	185,31



Cuadro auxiliar 5. Alumbrado Nave

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R _{total} (mΩ)	X _{total} (mΩ)	Z _{total} (mΩ)	Tensión (V)	I _{cc} _{max} (KA)	I _{cc} _{min} (A)
C.A.5.1	124	35	0,06	18,60	18,60	0,44	33,08	33,08	230	6,98	202,20
C.A.5.2	52	16	0,06	7,80	7,80	0,44	22,28	22,28	230	10,36	204,58
C.A.5.3	103	16	0,11	15,45	15,45	0,49	29,93	29,93	230	7,71	181,31
C.A.5.4	274	70	0,07	41,10	41,10	0,45	55,58	55,58	230	4,15	199,25
C.A.5.5	244	50	0,09	36,60	36,60	0,47	51,08	51,08	230	4,52	191,98
C.A.5.6	108	4	0,48	16,20	16,20	0,86	30,68	30,69	230	7,52	104,46
C.A.5.7	120	4	0,54	18,00	18,00	0,92	32,48	32,49	230	7,11	98,36
C.A.5.8	282	50	0,10	42,30	42,30	0,48	56,78	56,78	230	4,07	186,62
C.A.5.9	247	50	0,09	37,05	37,05	0,47	51,53	51,53	230	4,48	191,55
C.A.5.10	275	16	0,31	41,25	41,25	0,69	55,73	55,73	230	4,14	130,97
C.A.5.11	258	35	0,13	38,70	38,70	0,51	53,18	53,18	230	4,34	175,46
C.A.5.12	45	16	0,05	6,75	6,75	0,43	21,23	21,23	400	10,88	208,24
C.A.5.13	35	16	0,04	5,25	5,25	0,42	19,73	19,73	400	11,70	213,71
C.A.5.14	95	35	0,05	14,25	14,25	0,43	28,73	28,73	400	8,04	209,08
C.A.5.15	45	25	0,03	6,75	6,75	0,41	21,23	21,23	230	6,25	217,24
C.A.5.16	35	16	0,04	5,25	5,25	0,42	19,73	19,73	230	6,73	213,71
C.A.5.17	95	35	0,05	14,25	14,25	0,43	28,73	28,73	230	4,62	209,08



Cuadro auxiliar 6. Alumbrado complejo interior

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R _{total} (mΩ)	X _{total} (mΩ)	Z _{total} (mΩ)	Tensión (V)	I _{cc} _{max} (KA)	I _{cc} _{min} (A)
C.A.6.1	33	2,5	0,24	4,95	4,95	0,64	22,13	22,14	230	10,43	141,46
C.A.6.2	40	1,5	0,48	6,00	6,00	0,88	23,18	23,20	230	9,96	102,79
C.A.6.3	10	1	0,18	1,50	1,50	0,58	18,68	18,69	230	12,36	155,32
C.A.6.4	7	4	0,03	1,05	1,05	0,43	18,23	18,24	230	12,66	207,75
C.A.6.5	22	16	0,02	3,30	3,30	0,42	20,48	20,48	230	11,27	210,98



Cuadro auxiliar 7. Sala de compresores

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R _{total} (mΩ)	X _{total} (mΩ)	Z _{total} (mΩ)	Tensión (V)	I _{cc} _{max} (KA)	I _{cc} _{min} (A)
C.A.7.1	4	6	0,01	0,60	0,60	0,40	14,18	14,19	400	16,28	222,69
C.A.7.2	6	6	0,02	0,90	0,90	0,41	14,48	14,49	400	15,94	219,49
C.A.7.3	3	6	0,01	0,45	0,45	0,40	14,03	14,04	400	16,45	224,33
C.A.7.4	1	4	0,00	0,15	0,15	0,39	13,73	13,74	400	16,81	226,83
C.A.7.5	1	4	0,00	0,15	0,15	0,39	13,73	13,74	230	16,81	226,83



2.5 CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

2.5.1 BATERÍA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN

Calculo la potencia aparente de cada circuito y la total para hallar el $\cos \phi$ medio:

Cuadro auxiliar 1. Cortado.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos ϕ	S(VA)
C.A.1.1.	Sierra sabi (PBS)	368	0,85	432,94
C.A.1.2.	Trazadora disco (CV-550)	1324,80	0,83	1596,14
C.A.1.3.	Sierra disco EISELE	1913,60	0,85	2251,29
C.A.1.4.	Toma triásica	9700	1	9700,00
C.A.1.5.	Toma monofásica	3680	1	3680,00
Total		16986,4		17660,38



Cuadro auxiliar 2. Granallado.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos ϕ	S(VA)
C.A.2.1.	Cizalladora Geka Hydracrops 110 SD	8856	0,8	11070,00
C.A.2.2.	Cizalladora Geka Hydracrops 70 S	8856	0,8	11070,00
C.A.2.3.	Taladro IBARMIA	2208	0,85	2597,65
C.A.2.4.	Granalladora	135600	0,89	152359,55
C.A.2.5.	Toma trifásica	9700	1	9700,00
C.A.2.6.	Toma monofásica	3680	1	3680,00
Total		168900		190477,20



Cuadro auxiliar 3. Soldadura.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos φ	S(VA)
C.A.3.1.	Maquina Soldadura 1	13984	0,85	16451,76
C.A.3.2.	Maquina Soldadura 2	13984	0,85	16451,76
C.A.3.3.	Maquina Soldadura 3	13984	0,85	16451,76
C.A.3.4.	Maquina Soldadura 4	13984	0,85	16451,76
C.A.3.5.	Maquina Soldadura 5	13984	0,85	16451,76
C.A.3.6.	Maquina Soldadura 6	13984	0,85	16451,76
C.A.3.7.	Maquina Soldadura 7	13984	0,85	16451,76
C.A.3.8.	Puente grúa 1	5152	0,8	6440,00
C.A.3.9.	Puente grúa 2	5152	0,8	6440,00
C.A.3.10.	Puente grúa 3	5152	0,8	6440,00
C.A.3.11.	Puente grúa 4	5152	0,8	6440,00
C.A.3.12.	Puente grúa 5	5152	0,8	6440,00
C.A.3.13.	Toma trifásica	9700	1	9700,00
C.A.3.14.	Toma monofásica	3680	1	3680,00
Total		137028		160742,35

**Cuadro auxiliar 4. Pintado.**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos φ	S(VA)
C.A.4.1.	Cabina de Pintura	135600	0,9	150666,67
C.A.4.2.	Toma trifásica	9700	1	9700,00
C.A.4.3.	Toma monofásica	3680	1	3680,00
Total		148980		164046,67



Cuadro auxiliar 5. Alumbrado Nave.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos ϕ	S(VA)
C.A.5.1.	Alumbrado muelles (12 luminarias)	5160	1	5160,00
C.A.5.2.	Alumbrado corte (9 luminarias)	3870	1	3870,00
C.A.5.3.	Alumbrado granallado (6 luminarias)	2580	1	2580,00
C.A.5.4.	Alumbrado soldadura 1 (24 luminarias)	10320	1	10320,00
C.A.5.5.	Alumbrado soldadura 2 (19 luminarias)	8170	1	8170,00
C.A.5.6.	Alumbrado perfil corto (2 luminarias)	860	1	860,00
C.A.5.7.	Alumbrado pintado (2 luminarias)	860	1	860,00
C.A.5.8.	Alumbrado almacén 1 (12 luminarias)	5160	1	5160,00
C.A.5.9.	Alumbrado almacén 2 (13 luminarias)	5590	1	5590,00
C.A.5.10.	Alumbrado emergencia (57 luminarias)	530	1	530,00
C.A.5.11.	Alumbrado exterior	2800	1	2800,00
C.A.5.12.	3 tomas 3F (1)	29100	1	29100,00
C.A.5.13.	3 tomas 3F (2)	29100	1	29100,00
C.A.5.14.	3 tomas 3F (3)	29100	1	29100,00
C.A.5.15.	3 tomas 1F (1)	11040	1	11040,00
C.A.5.16.	3 tomas 1F (2)	11040	1	11040,00
C.A.5.17.	3 tomas 1F (3)	11040	1	11040,00
Total		166320		166320,00



Cuadro auxiliar 6. Alumbrado complejo interior.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos ϕ	S(VA)
C.A.6.1.	Alumbrado	1408	1	1408,00
C.A.6.2.	Alumbrado emergencia	52	1	52,00
C.A.6.3.	4 Tomas monofasicas OFICINA	14720	1	14720,00
C.A.6.4.	2 Tomas monofasicas almacen-1	7360	1	7360,00
C.A.6.5.	4 tomas monofasicas Baños+vest	14720	1	14720,00
Total		38260		38260,00



Cuadro auxiliar 7. Sala de Compresores.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos ϕ	S(VA)
C.A.7.1.	Compresor 1	19000	0,87	21839,08
C.A.7.2.	Compresor 2	19000	0,87	21839,08
C.A.7.3.	Cargador baterías	5000	0,85	5882,35
C.A.7.4.	2 tomas 3F	19400	1	19400,00
C.A.7.5.	2 tomas 1F	7360	1	7360,00
Total		69760		76320,51



Con estos datos, sumando las potencias aparentes y las potencias activas:

$$\cos \varphi \text{ medio} = \sum P / \sum S = 746234,4 / 813827,11 = 0,917$$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P * \operatorname{tg} \varphi = 324,61 \text{ KVAr.}$$

Se quiere un coseno cercano a 1, con $\cos \varphi' = 0,95$:

$$Q' = P * \operatorname{tg} \varphi' = 245,28 \text{ KVAr.}$$

Por lo que la potencia a compensar sería:

$$Q_b = Q - Q' = 79,33 \text{ KVAr}$$

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 de 79,33 KVAr.

El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 100 KVAr (10 + 20 + 30 + 40), serie RECTIMAT 2 estándar 400V, que se colocará en el lado del Cuadro General de BT.

2.5.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERÍA

Aplicando la fórmula de la potencia se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \cdot \operatorname{sen} \varphi$$

Siendo:

Sen = 1, el de la batería de condensadores

V = 400 V

Q = potencia de la batería de condensadores (100 KVAr).

Sustituyendo y despejando $I_n = 144,34 \text{ A}$. El cable de la conexión de la batería con el C.G.D. tendrá una sección de 50 mm^2 , RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN.

Se comprueba que la caída de tensión es menor del 5%:

$$\Delta V\% = P \cdot L \cdot 100 / C \cdot S \cdot V^2 = 746234,4 \cdot 15 \cdot 100 / 56 \cdot 50 \cdot 400^2 = 2,5 \% < 5\% .$$



2.5.3 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores.

$$I_n = 144,34 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al C.G.D.

$$I_{cc} = 31,08 \text{ KA}$$

Se elige un interruptor magnetotérmico marca ABB, T3N 250 F F TMD 63 poder de corte 35 KA, 250 A. Curva: C.



2.6 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

2.6.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

De los dos valores se cogerá el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

Datos de partida:

- Resistividad del terreno:
Según la tabla de la ITC BT 18, tabla 3, suelo pedregoso cubierto de césped de 300 a 500 Ωm (tomamos 300 Ωm).
- Tensión máxima de contacto 50 V.
- Corriente de disparo del interruptor diferencial 300 mA.
- El valor máximo de la resistencia de tierra deberá ser:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s} = 166,67 \Omega$$

2.6.2 CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de la empresa, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Se calculará el valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor. Ya que los contactos peligrosos se producen con la maquinaria de la nave, se ha de buscar la máquina con menor resistencia a tierra, que es la máquina con mayor corriente de defecto: en este caso es la granalladora, del cuadro auxiliar 3.

La resistencia a tierra (del conductor de protección de la máquina con menor resistencia a tierra, que la une con su correspondiente cuadro secundario, el cual va unido a la línea principal de tierra) para esta máquina, viene dada por la expresión:



$$R_t (12m) = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{12}{70} = 0,003\Omega$$

Siendo:

- R = resistencia a tierra, en $m\Omega$
- ρ = resistividad del cobre (1/56).
- L = longitud de la línea principal de tierra hasta el defecto, en metros.
- S = sección de la línea principal de tierra, en mm^2 .

La resistencia a tierra de una pica, según la tabla 5 de la instrucción ITC BT 18, viene dada por la expresión:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{300}{2} = 150\Omega$$

La resistencia de cuatro picas será:

$$R_p = R_1 // R_2 // R_3 // R_4 = 37,5\Omega.$$

Donde:

- R = resistencia a tierra, en Ω
- ρ = resistividad del terreno en Ωm .
- L = longitud de la pica o del conductor (m).

La resistencia del conductor que las une, según la tabla 5 de la instrucción ITC BT 18, será:

$$R_c = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{300}{340} = 1,76 \Omega$$

La resistencia del conjunto será:

$$R_T = R_p // R_c = 1,681 \Omega.$$

Resultando la resistencia a tierra total:

$$R = R_T + R_t = 1,684 \Omega.$$

Como se ve, se cumplen las prescripciones expuestas en el punto 1 de este documento, ya que $1,684 \Omega < 166,67 \Omega$, con lo que la instalación a tierra es correcta. Debido al mallazo de cimentación la resistencia a tierra será menor todavía, con lo cual se cumple de sobra la exigencia.



2.7 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.7.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en KVA. (1000 KVA)

U = Tensión compuesta primaria en KV (13,2 KV)

I_p = Intensidad primaria en amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_p = 43,739 \text{ A (aprox. 44 A)}$$

2.7.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{Fe} - W_{Cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en KVA. (1000 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. (0,4 KV)

I_s = Intensidad secundaria en amperios.

Despreciándolas pérdidas en el hierro y en los arrollamientos, se tiene:

$$I_s = 1443,37 \text{ A (aprox. 1444 A)}$$



2.7.3 CORTOCIRCUITOS

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora (Iberdrola).

2.7.3.1 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:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red en MVA (500 MVA).

U = tensión primaria en KV (13,2 KV).

I_{ccp} = intensidad de cortocircuito primaria en KA.

Sustituyendo valores se tendrá una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión de:

$$I_{ccp} = 21.87 \text{ KA (intensidad de cortocircuito en el primario)}$$

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

S = potencia del transformador en KVA (1000 KVA).

U_{cc} = tensión porcentual de cortocircuito del transformador (6 %).

U_s = tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión en KA.

Sustituyendo valores, se tendrá:

$$I_{ccs} = 23,06 \text{ KA (intensidad de cortocircuito en el secundario).}$$



2.7.4 PROTECCION DEL TRANSFORMADOR, LADO DE MEDIA TENSION:

Los dispositivos de protección que protegerán el transformador por su lado de media tensión estarán situados en las celdas modulares CGM de la apartamentada de la instalación.

La protección consistirá en:

Un interruptor-seccionador-seccionador de puesta a tierra en la CML (celda de línea), que tiene 3 posiciones: conectado, seccionado y puesta a tierra, esta última asociada a un indicador de presencia de tensión acústico.

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 43,74A$$

Por tanto tomaremos el siguiente: 100A, III+N

Un interruptor automático de corte por fusibles, que ira situado en la celda CMP-F-24, asociado a un seccionador de puesta a tierra, también con alarma acústica de presencia de tensión. El dimensionamiento lo realizamos a partir de la tensión de red y la potencia nominal del transformador, en líneas de 3º categoría:

Potencia del Trafo en KVA	Tensión de red en KV						
	5	6	10	12	15	20	25
50	16	16	10	5	5	5	5
100	40	25	16	10	10	5	5
160	63	40	25	16	10	10	10
250	100	63	40	25	16	16	10
400	*	100	63	40	25	25	16
630	*	*	100	63	40	40	25
1000	*	*	*	100	63	63	40

Procedemos a calcular el PdC (despreciando la impedancia de línea):

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{500MVA}{\sqrt{3} \cdot 13,2KV} = 21,87KA$$

Por tanto tendremos: 3x63A, PdC: 50KA y 25KV.



Calculo de la autoválvula:

El transformador seleccionado tiene un nivel de aislamiento de 125 kV y $Z_{t(2)} = 2000 \Omega$, y la línea subterránea de distribución tiene una tensión nominal de 13,2 kV, y $Z_{t(1)} = 300 \Omega$. Calcularemos el dispositivo autoválvula para una sobretensión de 300kV.

$$\begin{aligned} V &= V^+ + V^- = Z_2 \cdot i \quad (1) \\ V^+ - V^- &= Z_1 \cdot i \quad (2) \\ (1) + (2) &= 2V^+ = (Z_2 + Z_1) \cdot i \end{aligned}$$

Sustituyendo

$$V^+ = 300 \text{ kV} \rightarrow i = \frac{2V^+}{Z_1 + Z_2} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 10^3}{300 + 2000} = 260,87^a$$

$V = Z_2 \cdot i = 2000 \cdot 260,87 = 521,7 \text{ kV} > 125 \text{ kV}$. Luego el aislamiento no soportaría la sobretensión. Haría falta una autoválvula.

Calculamos para una autoválvula de tensión residual de 80 kV del tipo POM-P24/80:

$$I_2 = \frac{80 \cdot 10^3}{2000} = 40 \text{ A por el transformador.}$$

$$2V^+ = I_1 \cdot Z_1 + 80 \text{ kV} \rightarrow I_1 = 1733 \text{ A}$$

Ahora, la corriente que fugara por la autoválvula será la I_1 menos la que atravesase el transformador (I_2):

$$I_{\text{autoválvula}} = I_1 - I_2 = 1733 - 40 = 1693 \text{ A.}$$

Por tanto en el extremo de la conexión con la línea de distribución se colocaran 3 autoválvulas con envolvente no cerámica, del tipo POM-P24/80, para la tensión de 24 KV. Estas autoválvulas y su conexión con el terminal termorretráctil estarán colocadas sobre un soporte metálico del tipo S980-3TE-3POM.



2.7.5 DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO

El embarrado de las celdas SM₆ está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil. 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 mm².

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.

2.7.5.1 COMPROBACIÓN 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 mm².

La densidad de corriente será:

$$\delta = \frac{400}{198} = 2,02 \frac{A}{mm^2}$$

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 A/mm² y 2,99 A/mm² respectivamente. Iterando se obtiene una densidad máxima admisible de 3,29 A/mm² para el diámetro de 24 mm, valor superior al calculado (2,02A/mm²) para un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica en baja tensión y centro de transformación



2.7.5.2 COMPROBACIÓN PoR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La comprobación por solicitud 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:

$$F = 13,85 \times 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{cc}^2}{d} \cdot L \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en Newtons.

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, 375 mm.

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:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{0,244 \cdot 375^2}{12} = 2859,38 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

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 $D = 24$ mm y un diámetro interior $d = 18$ 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.

2.7.5.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación por solicitud 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:

$$S = \frac{I}{13} \cdot \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

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 :

$$t = \Delta\theta \cdot \left(\frac{S \cdot \alpha}{I} \right)^2 = 150 \cdot \left(\frac{198 \cdot 13}{24000} \right)^2 = 1,72 \text{ s}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 24 KA eficaces durante más de un segundo.



2.7.6 OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO

2.7.6.1 LÁMPARAS Y LUMINARIAS

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: 10,6 m²
- Solución: 2 lámparas MASTER TL-Dsuper 80 36W/830 G13.
- Potencia: 72 W

2.7.6.2 LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

- Tipo de local: centro de transformación.
- Área del local: 10,6 m²
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Solución: 1 lámpara de emergencia y señalización de NORMALUX, modelo: STYLO BLOQUE S-60 4W.
- Lúmenes proporcionados: 60.
- Potencia: 4 W

2.7.6.3 CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Línea	Descripción	P(W)	V(v)	Cosφ	Ia (A)	Factor de corrección	Ic(A)	Fase
T.I.	Iluminación del centro	72	230	1	0,31	1,00	0,31	Monofásico
T.I.E.	Iluminación de emergencia y señalización	4	230	1	0,02	1,8	0,04	Monofásico
T.T.	Toma de corriente monofásica	3680	230	1	16	1,00	16	Monofásico
Total		3756					16,35	



2.7.6.4 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Línea	Ia (A)	Cosφ	Fc	Ic'(A)	Canalización	S (mm ²)	L (m)	e (v)	e (%)
T.I.	0,31	0,95	1	0,32	Tubo de PVC	2×1,5 + 1,5T	5	0,22	0,06
T.I.E.	0,02	0,95	1	0,02	Tubo de PVC	2×1,5 + 1,5T	6	0,29	0,07
T.T.	16	0,95	1	16	Tubo de PVC	2×2,5 + 2,5T	4	1,40	0,35
Total	16,35			16,36					

2.7.7 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 1,16 KW por cada grado centígrado, el caudal de aire necesario será:

$$Q = \frac{P_p}{1,16 \cdot \Delta\theta_{\text{aire}}} = \frac{2 + 8,2}{1,16 \cdot 15} = 0,586 \text{ m}^3/\text{s}$$

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.

$$S_{\text{rejilla}} = \frac{Q}{V_s}$$



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.

$$V_s = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{H}}{\Delta\theta_{\text{aire}}} = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{15} = 0,434 \text{ m/s}$$

Por tanto, la superficie mínima de rejilla para entrada de aire será:

$$S_{\text{rejilla}} = 1,4 \cdot \frac{Q}{V_s} = 1,4 \cdot \frac{0,586}{0,434} = 1,89 \text{ m}^2$$

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:

$$S_{\text{entrada}} = 0,92 \cdot S_{\text{salida}}$$

Por tanto la superficie mínima de la rejilla de salida es: $S_{\text{salida}} = 2,06 \text{ m}^2$.

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 1300/1200 mm y superficie total de $1,95 \text{ m}^2$, que es ligeramente superior a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral, 2 m por encima de la anterior de dimensiones 1300/1000 mm, con superficie de $1,3 \text{ m}^2$, y otra en la parte frontal superior, de dimensiones 1000x1000 mm, con una superficie de 1 m^2 . Consiguiendo así una superficie total de rejilla para salida de aire de $2,30 \text{ m}^2$. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura., siendo la distancia media verticalmente de separación 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.



2.7.8 DIMENSIONES 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, 610 litros, que está incorporado en el transformador.

2.7.9 CALCULO 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:

- 1 Según la investigación previa del terreno donde se instalará este centro de transformación, se determina una resistividad media superficial de $300 \Omega\text{m}$.
- 2 Tensión de red = 13,2 KV.
- 3 Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 24 KV.
- 4 Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las E.S.E.: $I_d = 400 \text{ A}$.

Características del centro de transformación:

- 4 La caseta tiene 4460 mm de largo, 2380 mm de ancho y 2585 mm de alto.
- 5 Resistividad de terreno: $\rho = 300\Omega\text{m}$.
- 6 Resistividad del hormigón: $\rho_H = 3000\Omega\text{m}$.

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:

$$K = 0.72$$
$$n = 1$$



La resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del centro de transformación estará limitada 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.

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{25}{300} = 0,0833 \Omega/\Omega \cdot m$$

2.7.9.1 MÉTODO EMPLEADO EN LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

A) TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Cálculos realizados según “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 50-30/8/84 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0,0833 \Omega/\Omega \cdot m < 0,085 \Omega/\Omega \cdot m$$

$$K_p = 0,0096 \text{ V}/\Omega \cdot m \cdot A$$

$$K_c = 0,0232 \text{ V}/\Omega \cdot m \cdot A$$



Siendo:

K_r = resistencia.

K_p = tensión de paso.

K_c = tensión de contacto exterior.

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 4 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 K_r y K_p 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:

$$K_r = 0,0556 \frac{\Omega}{\Omega \cdot \text{m}}$$

$$K_p = 0,00255 \frac{\text{V}}{\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{A}}$$

3 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.

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica en baja tensión y centro de transformación



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.

2.7.9.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS

3 TIERRA DE PROTECCIÓN

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:

- 4 Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t' :

$$R_t' = K_r \cdot \rho = 0,062 \cdot 300 = 18,6 \Omega$$

- 5 Intensidad de defecto (I_d'):

$$I_d' = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_r')^2 + X_n^2}} = \frac{13200}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 24,8)^2 + 25^2}} = 216,42A$$

- 6 Tensión de defecto, U_d' :

$$U_d' = I_d' \cdot R_t = 216,42 \cdot 18,6 = 4025,415 V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del centro de transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d'), por lo que deberá ser como mínimo de 5000 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 A (la nuestra es 216,42), lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

4 TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,0556 \cdot 300 = 16,68\Omega$$

Inferior a 25 Ω

2.7.9.3 TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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 el 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:

7 Tensión de paso en el exterior, U_p' :

$$U_p' = k_p \cdot I_d' \cdot \rho = 0,0096 \times 216,42 \times 300 = 623,29 \text{ V}$$

2.7.9.4 TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El piso del centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a $0,30 \times 0,30$ m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que 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). Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.



Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p (\text{contacto}) = U_p'(\text{acc}) = kc \cdot Id' \cdot \rho = 0,0232 \cdot 216,42 \cdot 300 = 1506,28V$$

2.7.9.5 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:

$$U_p (\text{paso}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$$

$$U_p (\text{contacto}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho H}{1000} \right)$$

Siendo:

U_p = tensiones de paso en voltios.

$k = 72$.

$n = 1$.

t = duración de la falta en segundos (0,45 s.).

ρ = resistividad del terreno (300).

ρH = resistividad del hormigón (3000 $\Omega \cdot m$).

Obteniendo los siguientes resultados:

$$U_p (\text{paso}) = 4480 V.$$

$$U_p (\text{contacto}) = 17440 V.$$



Así pues, se comprobará que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

8 En el exterior:

$$U_p' = 623,29 \text{ V} < U_p (\text{paso}) = 4480 \text{ V}.$$

9 En el acceso al centro de transformación:

$$U_p'(\text{acc}) = 1506,28 \text{ V} < U_p (\text{contacto}) = 17440 \text{ V}.$$

Ahora se comprobará los valores de defecto:

$$U_d' = 4025,415 \text{ V} < U_{BT} = 24000 \text{ V}$$

2.7.9.6 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 ($D_{\text{mín}}$), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\rho \cdot I_d'}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{300 \cdot 216,42}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 10,34 \text{ m}$$

2.7.9.7 CORRECCIÓN 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.

Pamplona, septiembre de 2010

Luis Javier Palacios Burgos



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO N°3. Planos.

Luis Javier Palacios Burgos

Vicente Senosiain Miquélez

Pamplona, Septiembre de 2010



PLANOS

ÍNDICE

- 3.1 SITUACIÓN.
- 3.2 EMPLAZAMIENTO.
- 3.3 RELACIÓN DE LA MAQUINARIA INSTALADA.
- 3.4 ALUMBRADO.
- 3.5 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN.
- 3.6 CUADRO AUXILIAR 1. CORTADO.
- 3.7 CUADRO AUXILIAR 2. GRANALLADO.
- 3.8 CUADRO AUXILIAR 3. SOLADADURA.
- 3.9 CUADRO AUXILIAR 4. PINTADO.
- 3.10 CUADRO AUXILIAR 5. ALUMBRADO NAVE.
- 3.11 CUADRO AUXILIAR 6. ALUMBRADO COMPLEJO INTERIOR.
- 3.12 CUADRO AUXILIAR 7. SALA COMPRESORES.
- 3.13 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DE LA NAVE.
- 3.14 UNIFILAR DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 3.15 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 3.16 TIERRAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Pamplona, Septiembre de 2010

Luis Javier Palacios Burgos



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

**INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA ELECTRICA
Y ELECTRONICA**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER

FIRMA:

PLANO:

SITUACIÓN

FECHA:

SEPT 2010

ESCALA:

S/E

Nº PLANO:

1

*La nave se encuentra
en el poligono
industrial comarca-2 de
esquiroz, en La Cendea
de Galar.
Situada en la parcela
5.2 de este.*



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
**INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA ELECTRICA
Y ELECTRONICA**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER

FIRMA:

PLANO:

EMPLAZAMIENTO

FECHA:

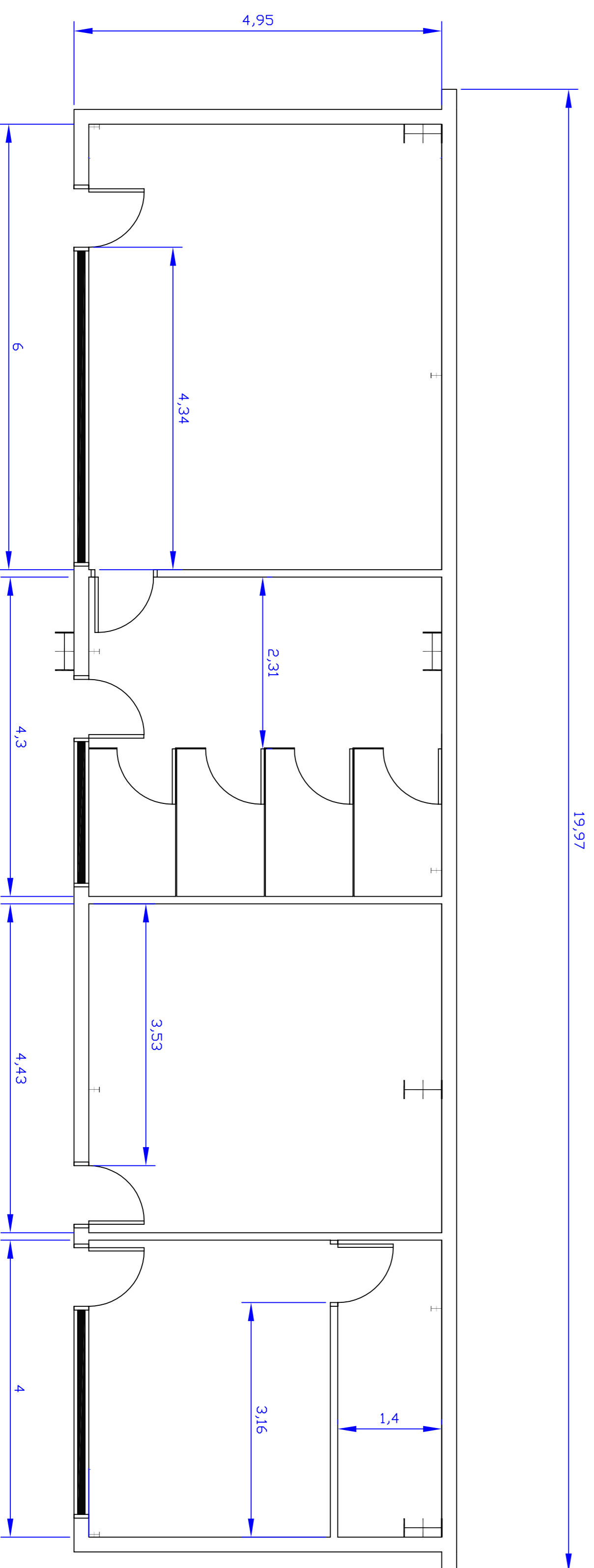
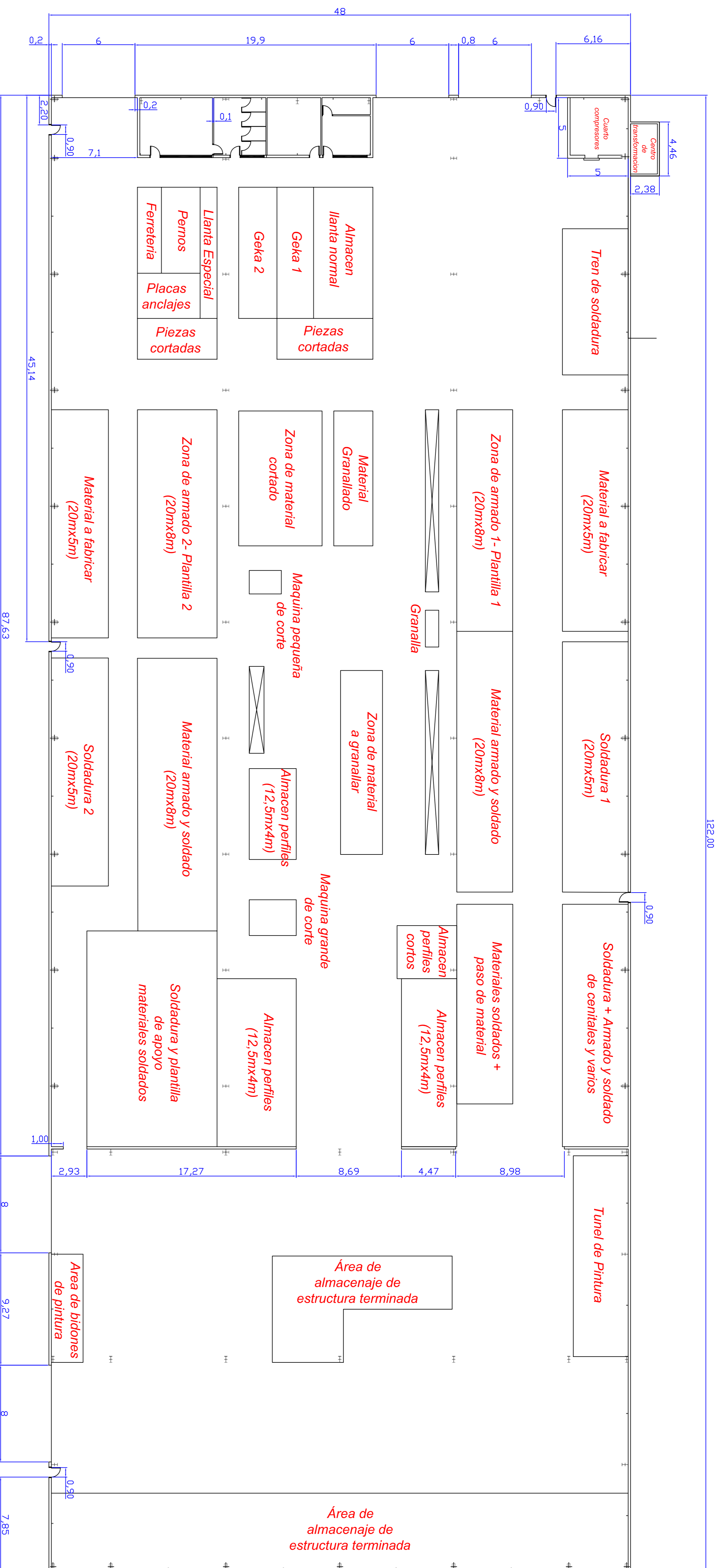
SEPT 2010

ESCALA:

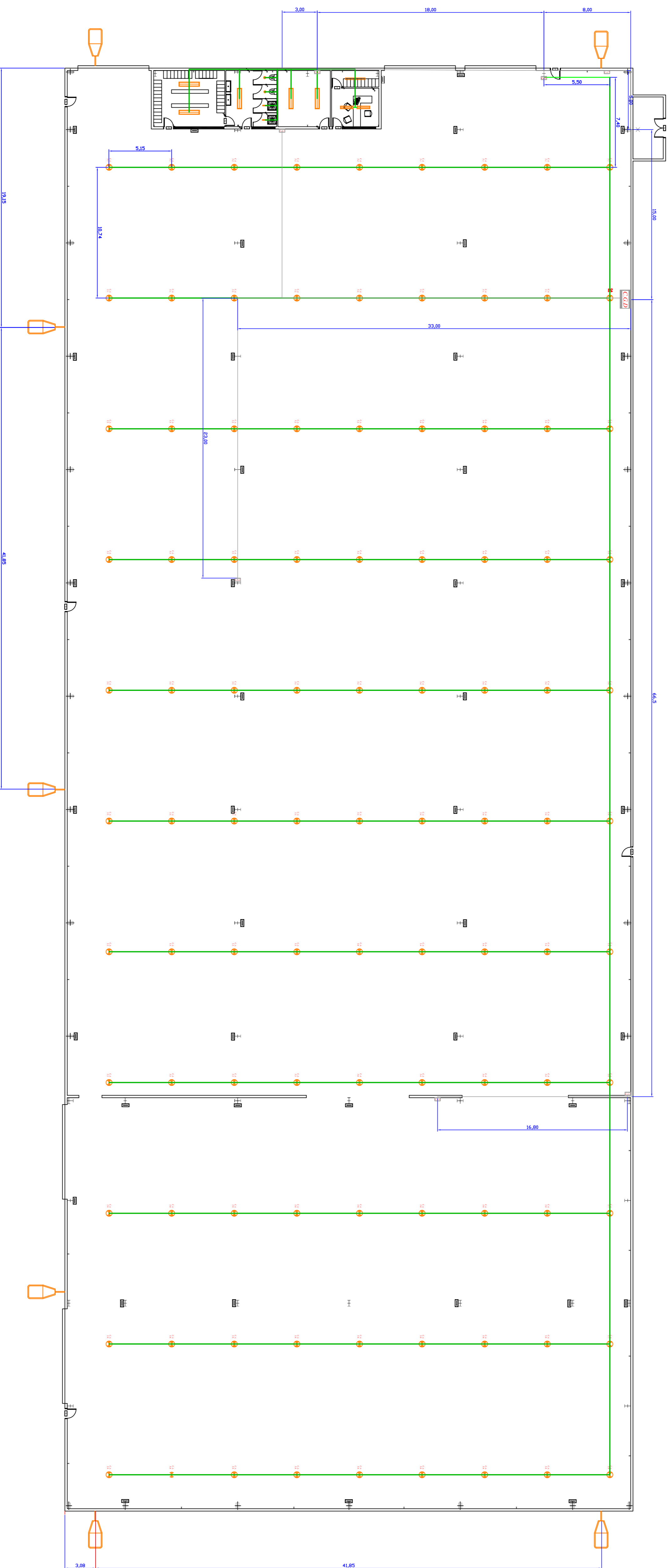
S/E

Nº PLANO:














2




 Universidad Pública de Navarra Ingenieros Técnicos Industriales E.	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA PALACIOS BURGOS LUIS JAVIER
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION	
PLANO: MEDIDAS Y MAQUINARIA INSTALADA	FECHA: SEPT 2010	ESCALA: 1:300 Nº PLANO: 3

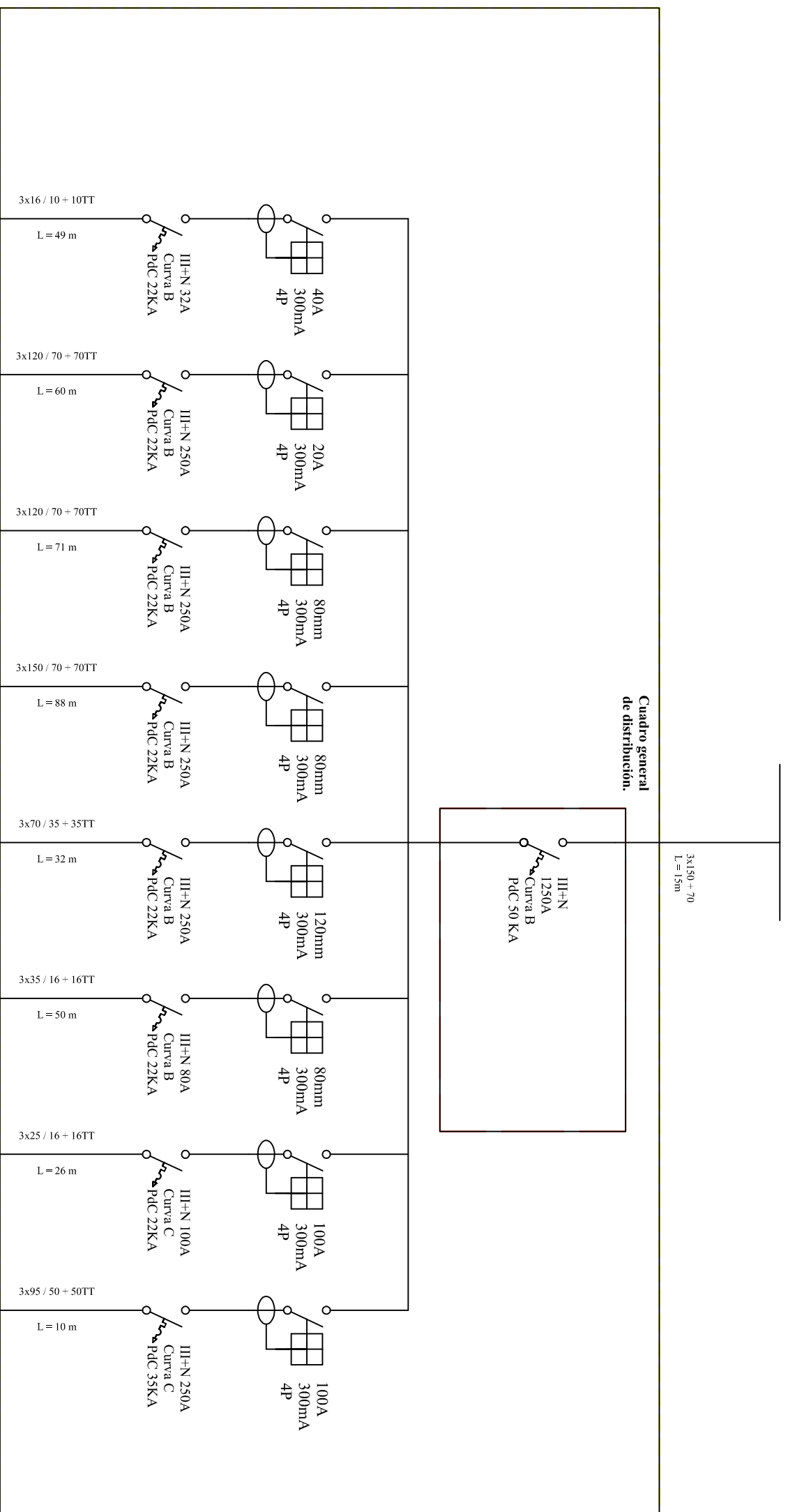


Legenda:

- 
Luminaria Philips High Bay / HPS SRXL10
lámpara SON-P/400W CONV HPS-E-CG-F/3
- 
Designa nombre del circuito que alimenta la lámpara.
- 
Luminaria Philips TBS 324
lámpara Philips TL 5x54W/840 H/ C3
- 
Luminaria Philips SmartForm TBS 460
lámpara Philips TL 5x50W/840 H/ C3
- 
Luminaria Philips RQXL1 X 4 R 120
lámpara Philips TL 5x54W/840 H/ M8-GT
- 
Luminaria Philips Ruozis TBS 342
lámpara Philips TL 5x50W/840 H/ F
- 
Interruptor
- 
Interruptor conmutador
- 
Cuadro eléctrico auxiliar
n.º X.
- 
Luminaria SEP 483 1P E20
HPL-N-400W/542 E20 de
PHILIPS
- 
Indicador de Salida de
emergencia
- 
Indicador de dirección de Salida
de emergencia
- 
Líneas de dirección que
describen posición
de los cables de la instalación
del alumbrado

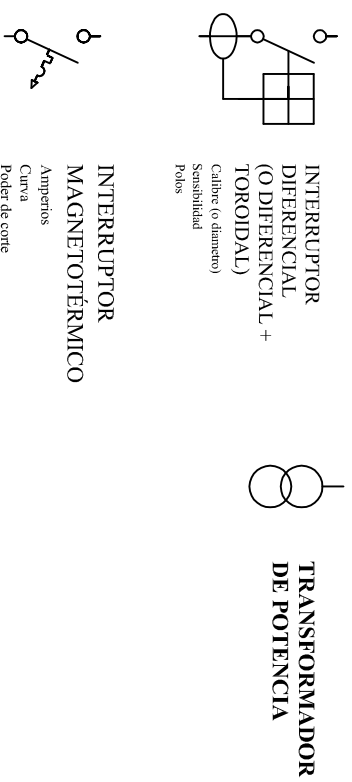
**Nota: Las luminarias del alumbrado exterior se colocarán
adossadas a la fachada una altura de 6.25m desde el suelo.*


 Universidad Pública de Navarra <i>Universitate Pública</i>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
	PROYECTO INSTALACIÓN ELECTRICA EN B. T. DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION	
PLANO: ALUMBRADO	FTI/MA: FECHA: SEPT 2010	ESCALA: 1:200 N.º PLANO: 4

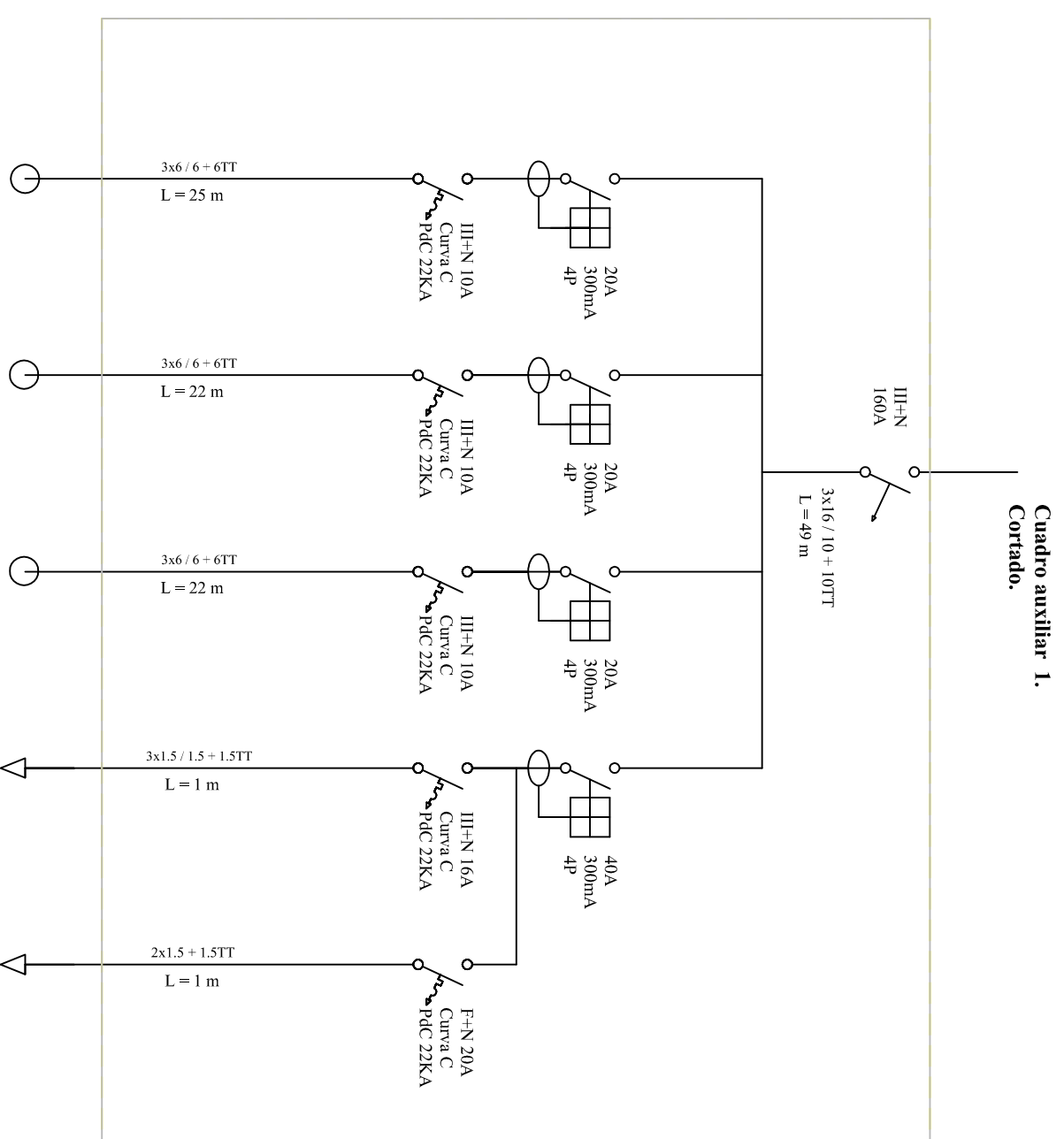


- | | | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------------------|--------------------------|
| Cuadro Aux. 1 | Cuadro Aux. 2 | Cuadro Aux. 3 | Cuadro Aux. 4 | Cuadro Aux. 5 | Cuadro Aux. 6 | Cuadro Aux. 7 |
| Cortado | Granallado | Soldadura | Pintado | Alumbrado Nave | Alumbrado Complejo Interior | Batería de condensadores |

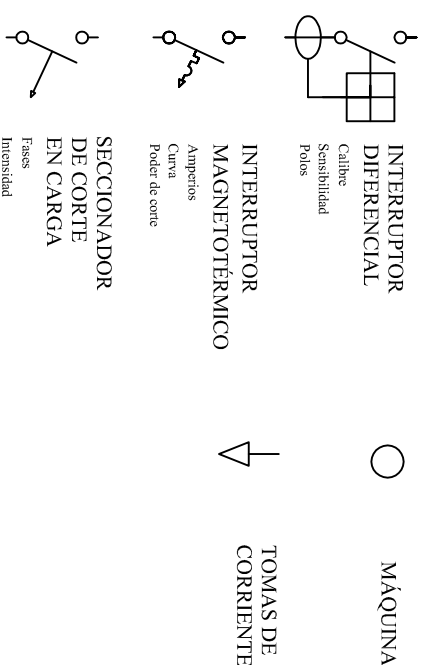
Leyenda:




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	REALIZADO: PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER		
			PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
PLAND: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		FECHA: SEPT 2010	ESCALA: S/E	Nº PLAND: 6	



Leyenda:



Sierra Sabi (PBS) 368 W	Trazadora Disco (CV-550) 1325 W	Sierra Disco EISELE 1914 W	Toma Trif. 9700 W	Toma Monof. 3680 W
-------------------------------	--	----------------------------------	----------------------	-----------------------

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER

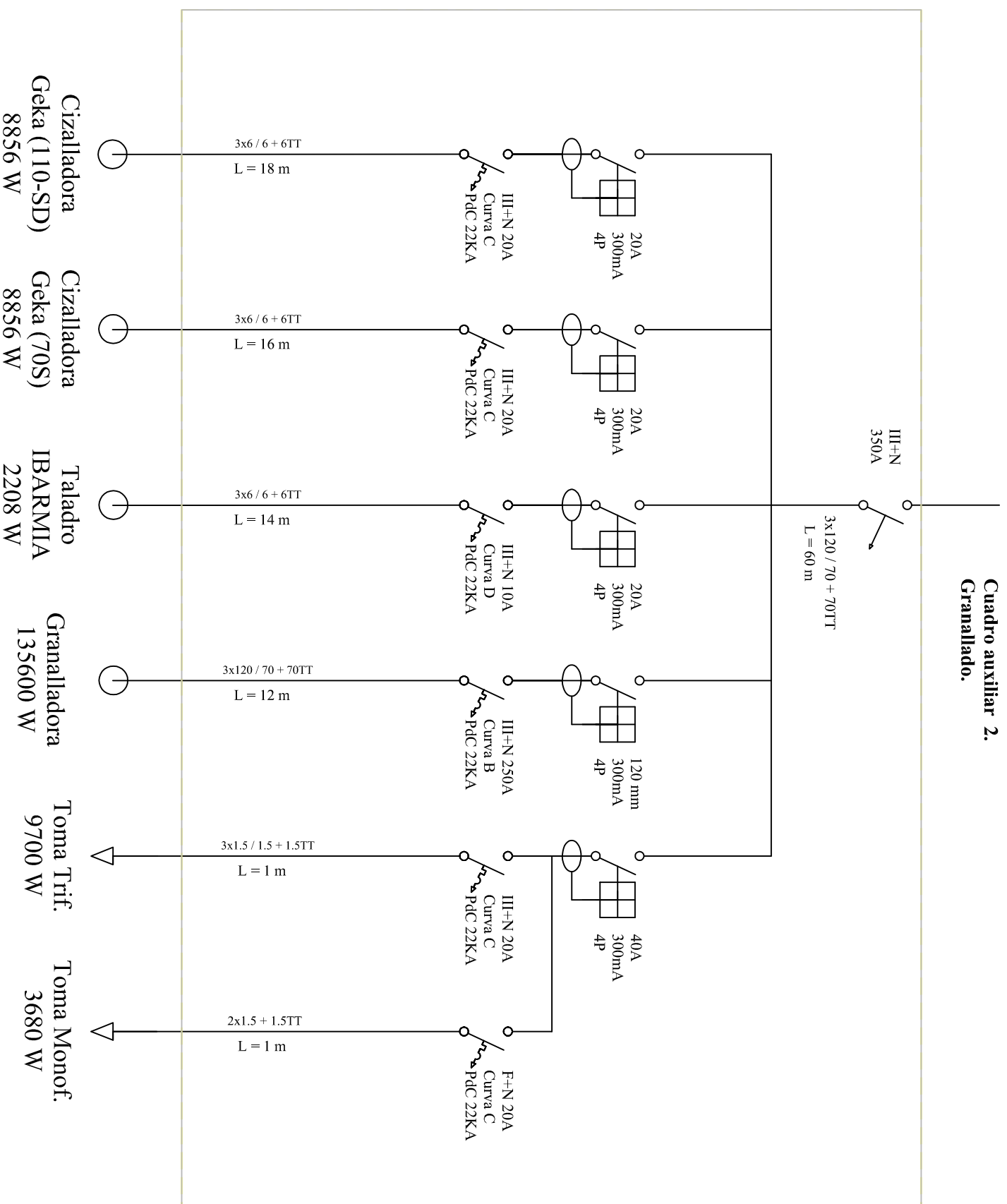
FIRMA:

PLANO:

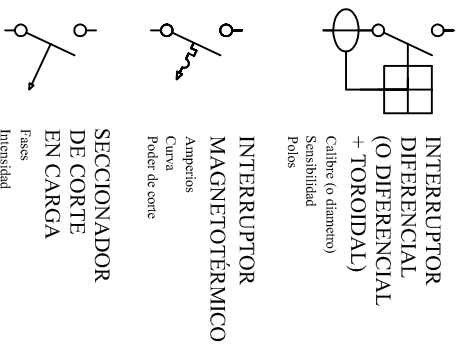
CUADRO AUXILIAR 1.CORTADO


FECHA: SEPT 2010	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 6
----------------------------	-----------------------	-----------------------

**Cuadro auxiliar 2.
Granallado.**



Leyenda:



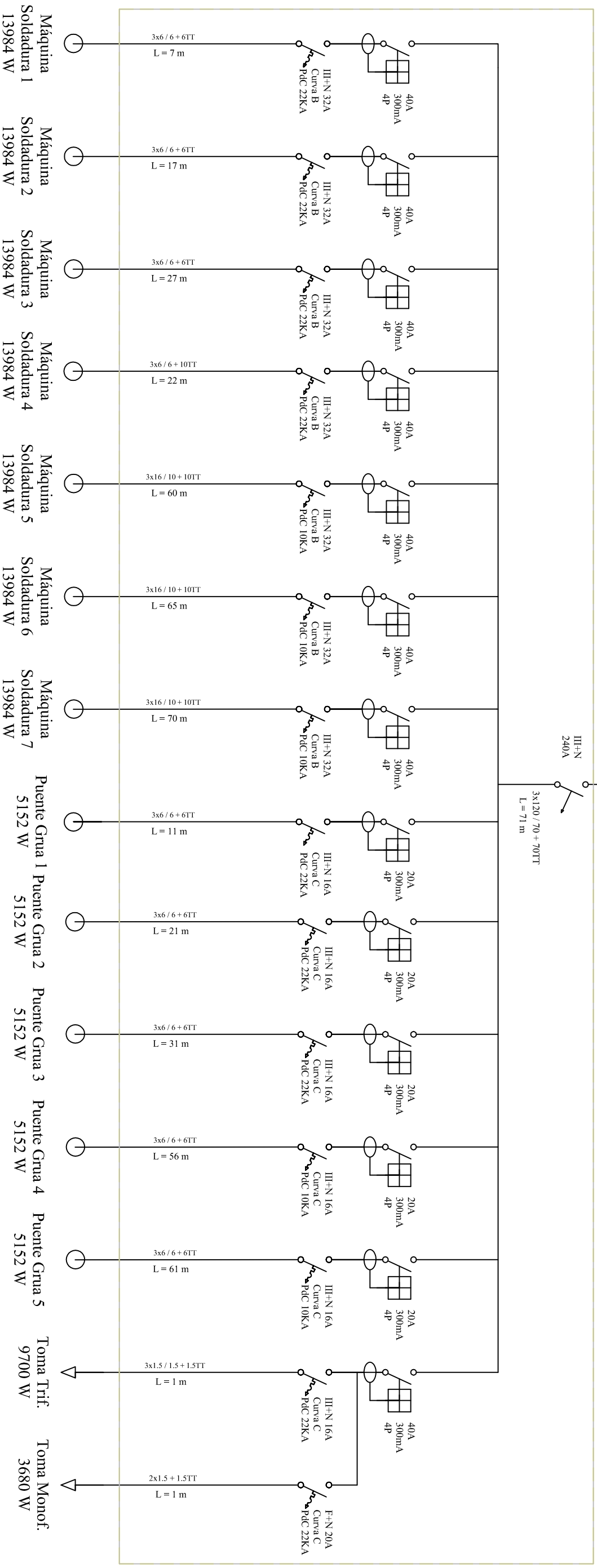
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PRDYECTO:
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE
 INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

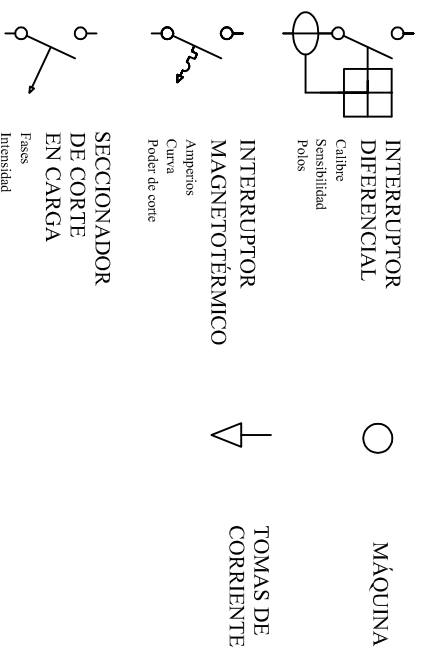
PLANO:
 CUADRO AUXILIAR 2. SOLDADURA


FECHA: SEPT 2010	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 7
---------------------	----------------	----------------

Cuadro auxiliar 3.
Soldadura.

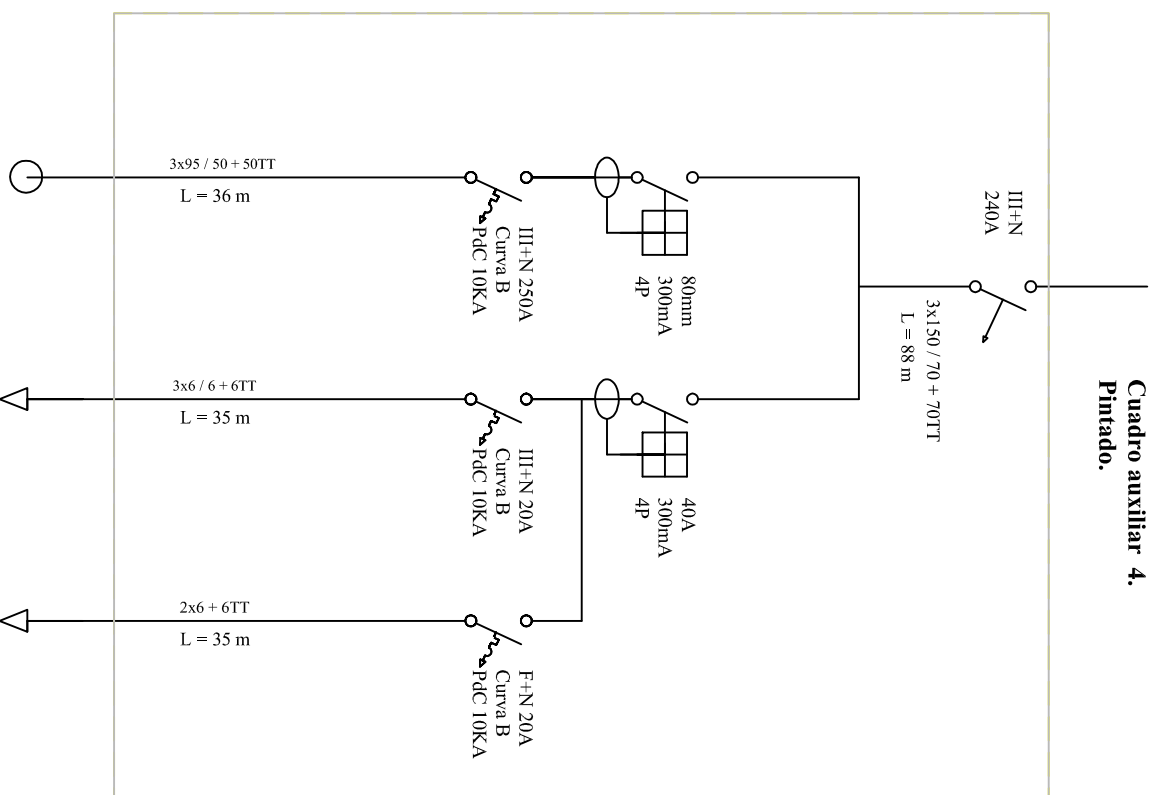


Legenda:



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
	PROYECTO: INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION		
PLANO: CUADRO AUXILIAR 3. SOLDADURA	FECHA: SEPT 2010	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 8

**Cuadro auxiliar 4.
Pintado.**

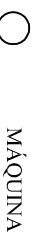
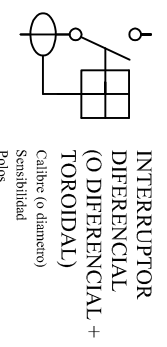


Cabina de
Pintura
135600 W

Toma Trif.
9700 W

Toma Monof.
3680 W

Leyenda:



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

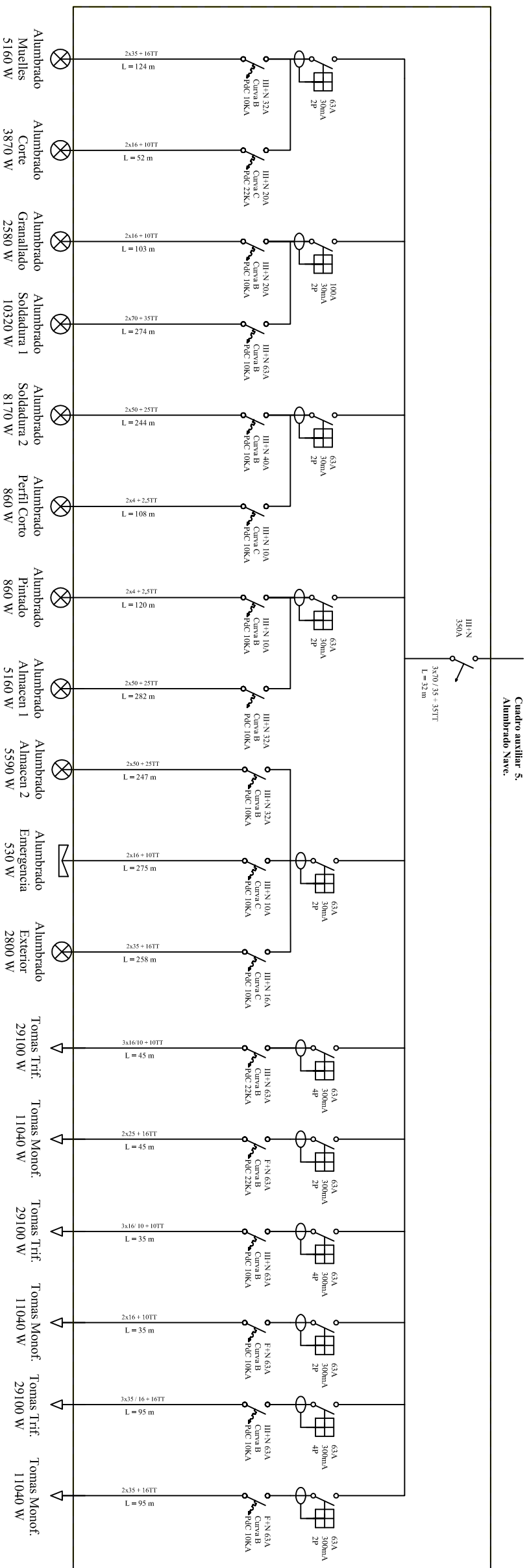
DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA ELECTRICA
Y ELECTRONICA**

PROYECTO:
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

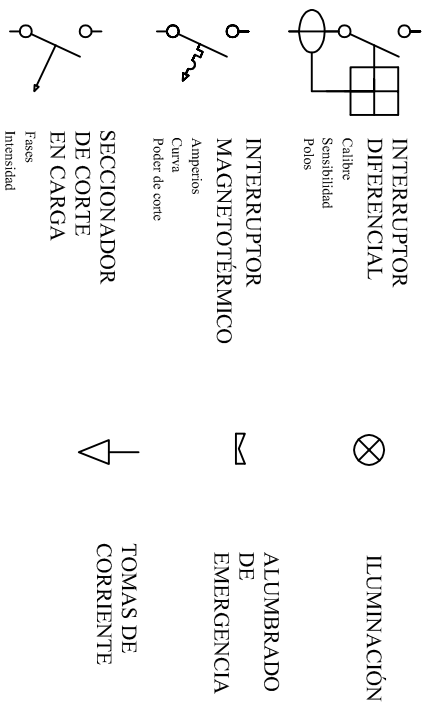
REALIZADO:
PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER


PLANO: CUADRO AUXILIAR 4. PINTADO

FECHA: SEPT 2010 **ESCALA:** S/E **Nº PLANO:** 9

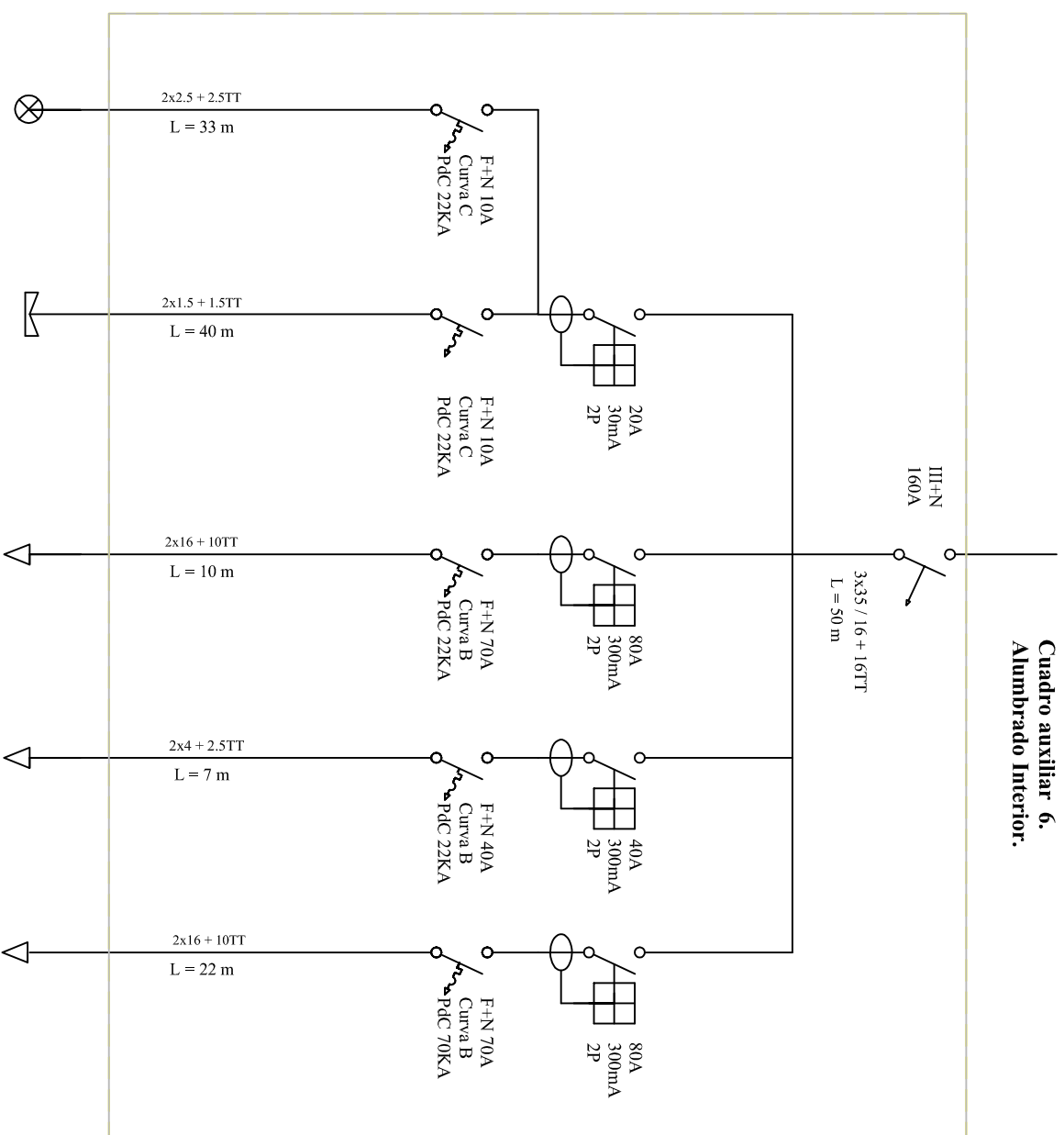


Legenda:



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER
			PLANO: CUADRO AUXILIAR 5. ALUMBRADO NAVE	FECHA: SEPT 2010

**Cuadro auxiliar 6.
Alumbrado Interior.**



Alumbrado 1408 W	Alumbrado Emergencia 52 W	Tomas Mono. Oficina 14720 W	Tomas Mono. Almacen-1 7360 W	Tomas Mono. Baños+Vest. 14720 W
---------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------

Leyenda:

	INTERRUPTOR DIFERENCIAL		ILUMINACIÓN
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO		ALUMBRADO DE EMERGENCIA
	SECCIONADOR DE CORTE EN CARGA		TOMAS DE CORRIENTE

Calibre: Sensibilidad Poles
 Amperios Curva Poder de corte
 Fases Intensidad

Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

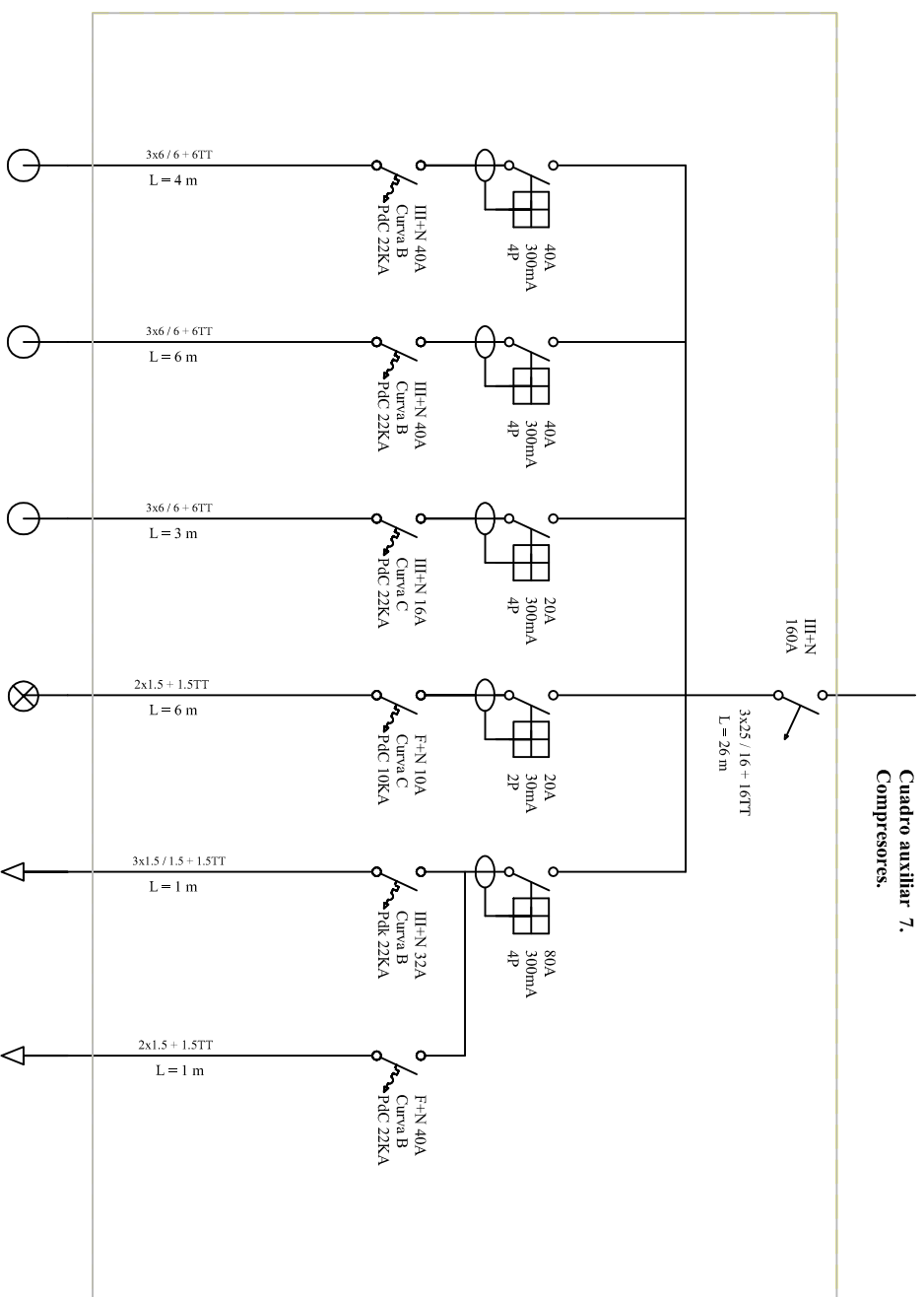
DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:
PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER

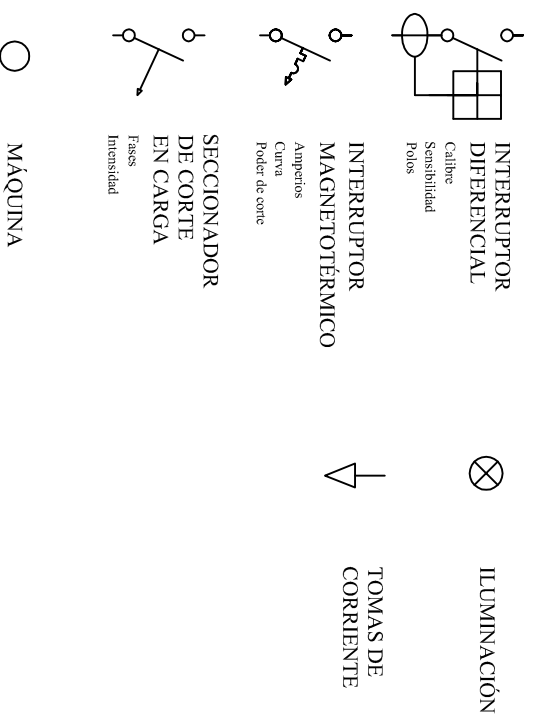
PLANO:
CUADRO AUXILIAR 6. ALUMBRADO INTERIOR

FECHA: SEPT 2010
ESCALA: S/E
Nº PLANO: 11



Compressor 1 19000W	Compressor 2 1900W	Cargador de baterias 5000W	Alumbrado 216W	Toma Trif. 19400 W	Toma Monof. 7360 W
------------------------	-----------------------	----------------------------------	-------------------	-----------------------	-----------------------

Leyenda:



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA ELECTRICA
Y ELECTRONICA

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER

FIRMA:

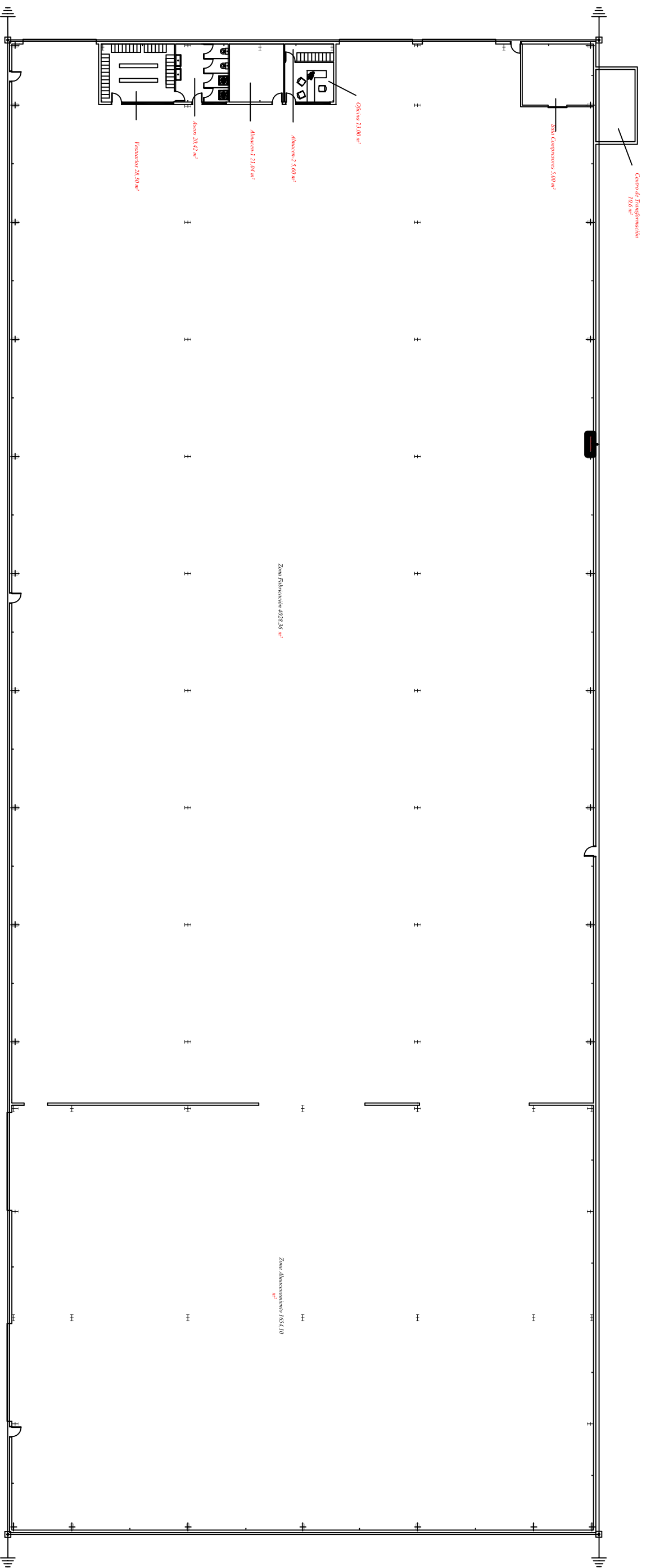
PLANO:

CUADRO AUXILIAR 7. CUARTO DE COMPRESORES

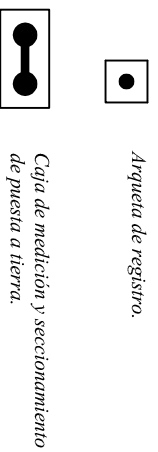
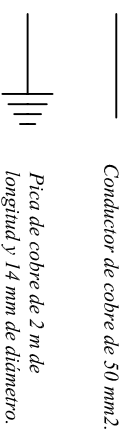
FECHA:
SEPT 2010

ESCALA:
S/E

Nº PLANO:
12



NOTA:



Los pilares de la estructura metálica irán unidos al conductor de tierra mediante soldadura aluminotérmica, así como todas las partes metálicas de que esté compuesta.

El anillo de tierra estará enterrado a 0,8 m de profundidad, se unirá al cuadro general de distribución a través de una caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra.

Se dispondrá de una arqueta de registro en cada pica para verificar el correcto estado de las mismas.



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA ELECTRICA
Y ELECTRONICA

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER

FIRMA:

PLANO:

PUESTAS A TIERRA DE LA NAVE

FECHA:

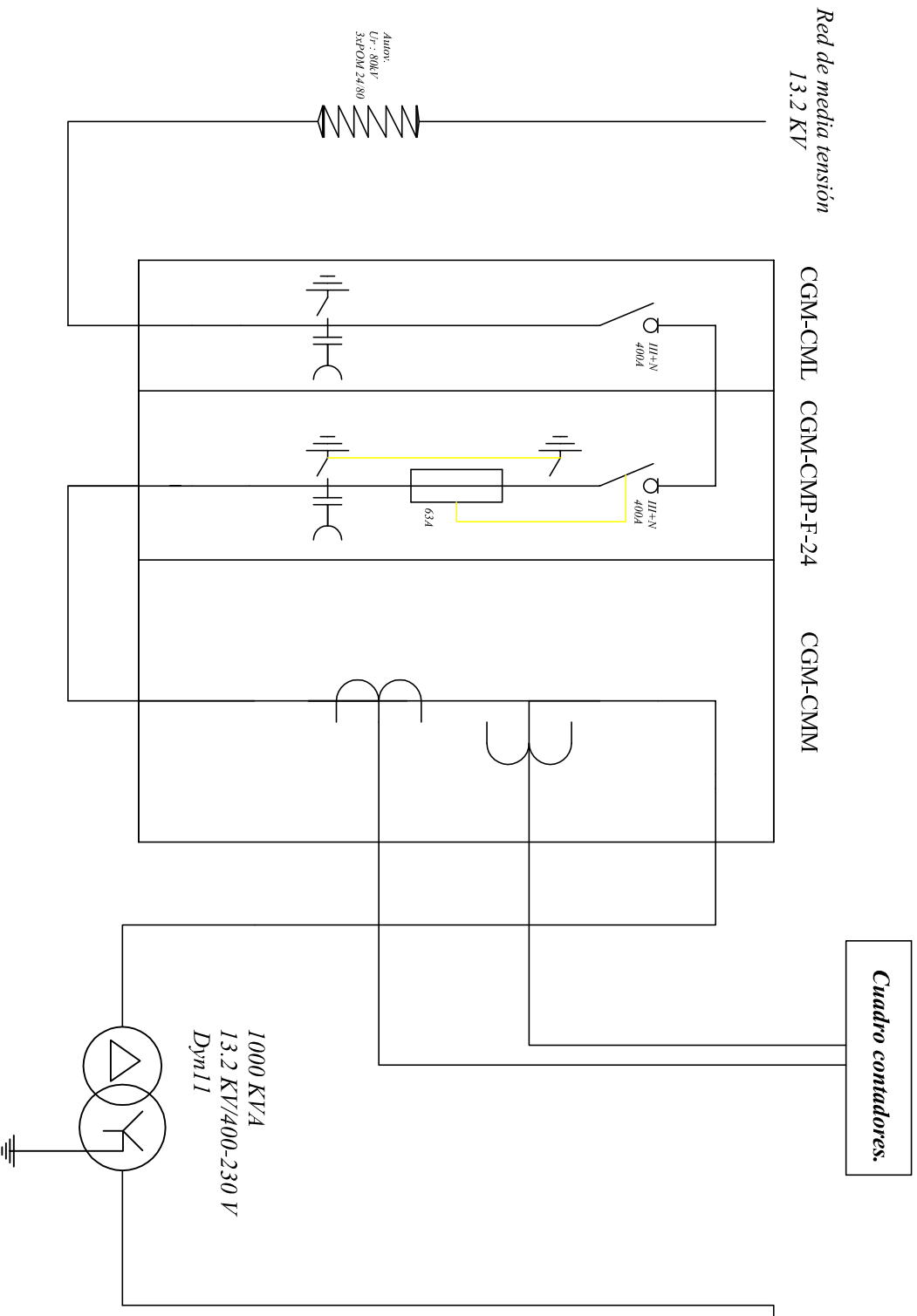
SEPT 2010

ESCALA:

1:50

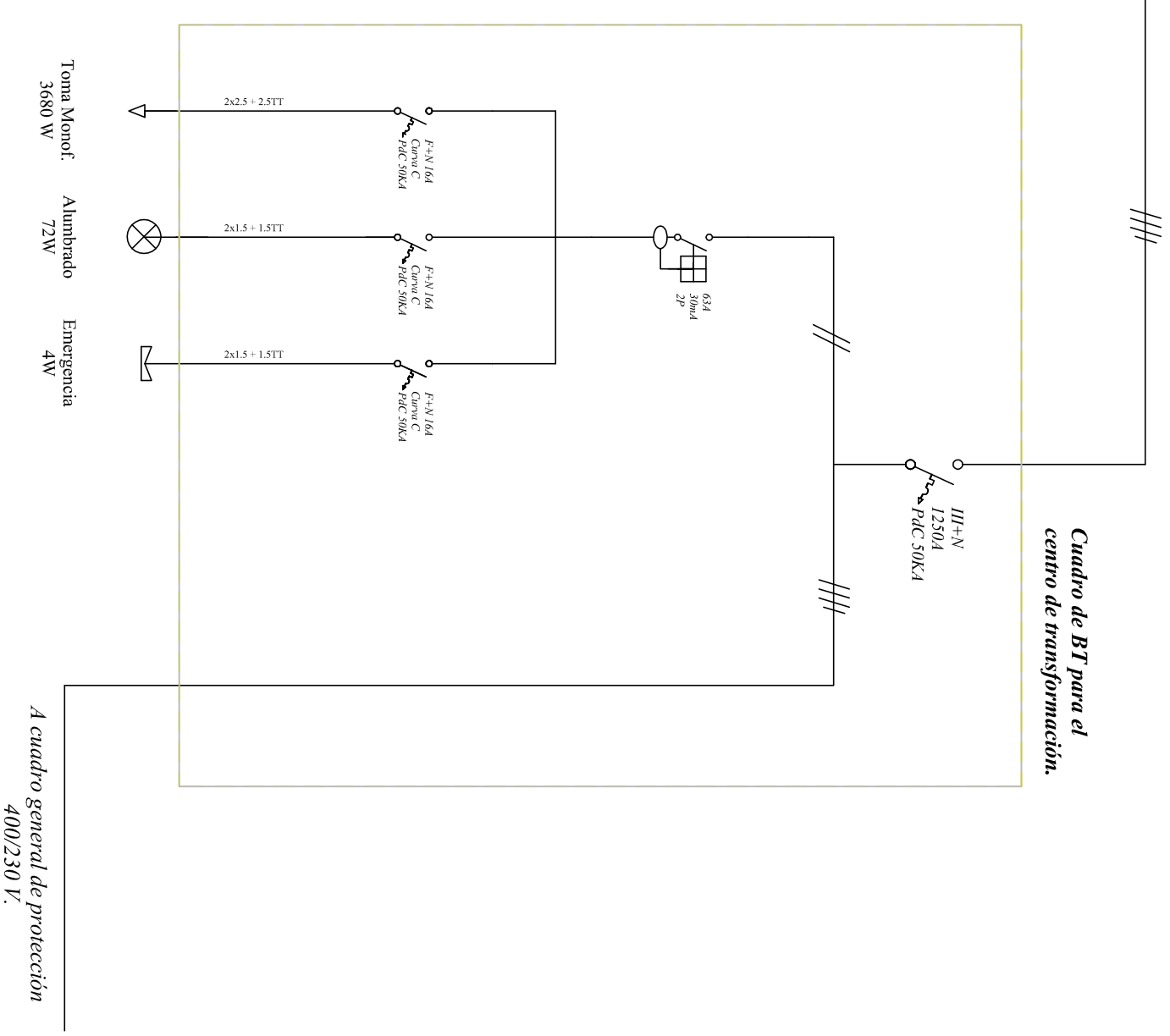
Nº PLANO:

13



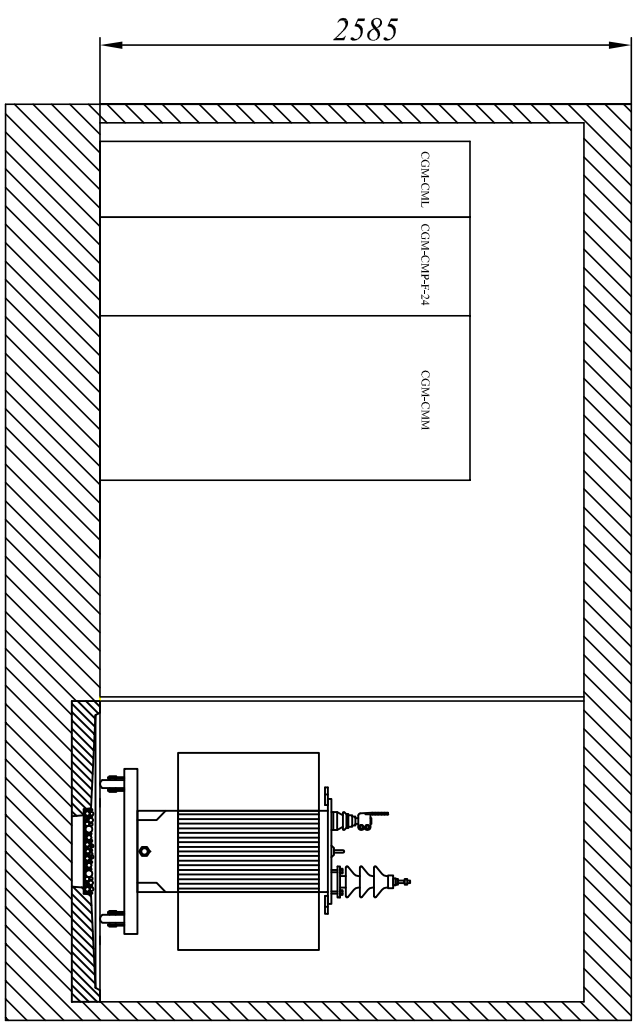
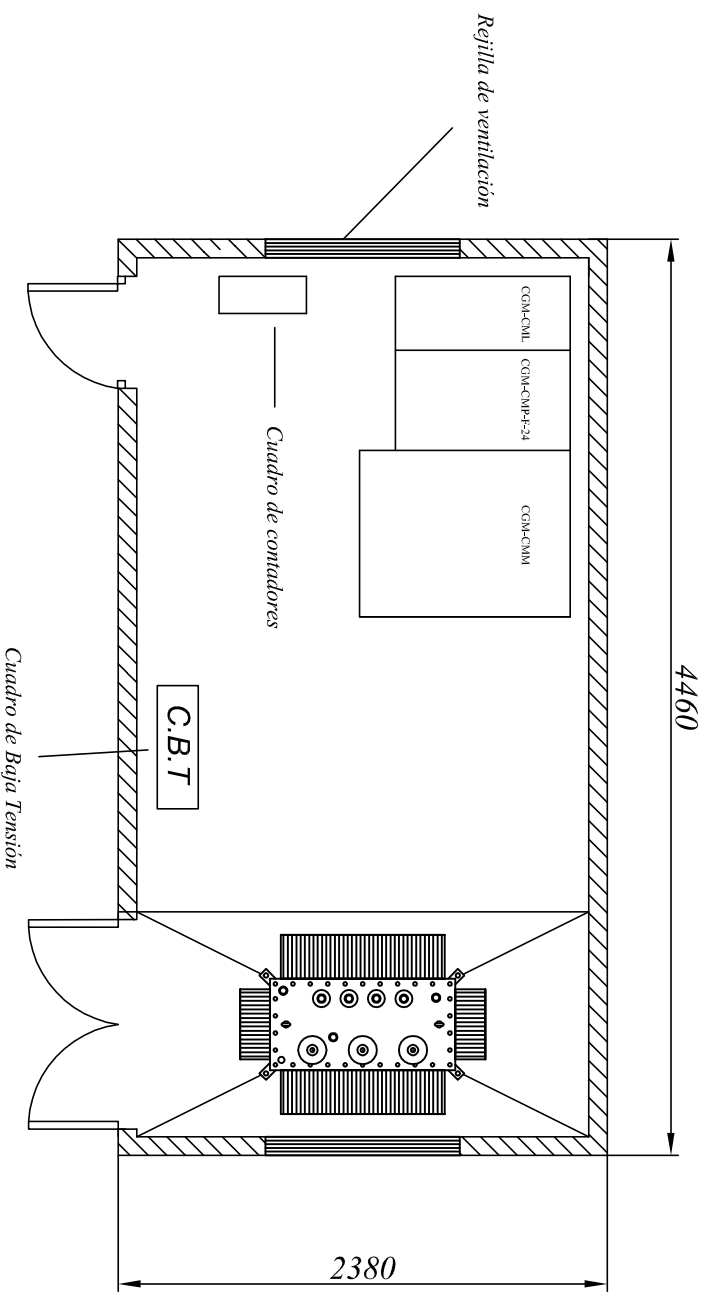
Leyenda:


- CGM-CML: Celda de línea
- CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible
- CGM-CMM: Celda de medida
- Seccionador de puesta a tierra
- Interruptor seccionador
- Indicador de presencia de tensión
- Interruptor automático de corte con fusible
- Transformador de tensión
- Transformador de intensidad
- autoválvula.
- TRANSFORMADOR
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO
- ILUMINACIÓN
- ALUMBRADO DE EMERGENCIA
- TOMAS DE CORRIENTE



A cuadro general de protección 400/230 V.

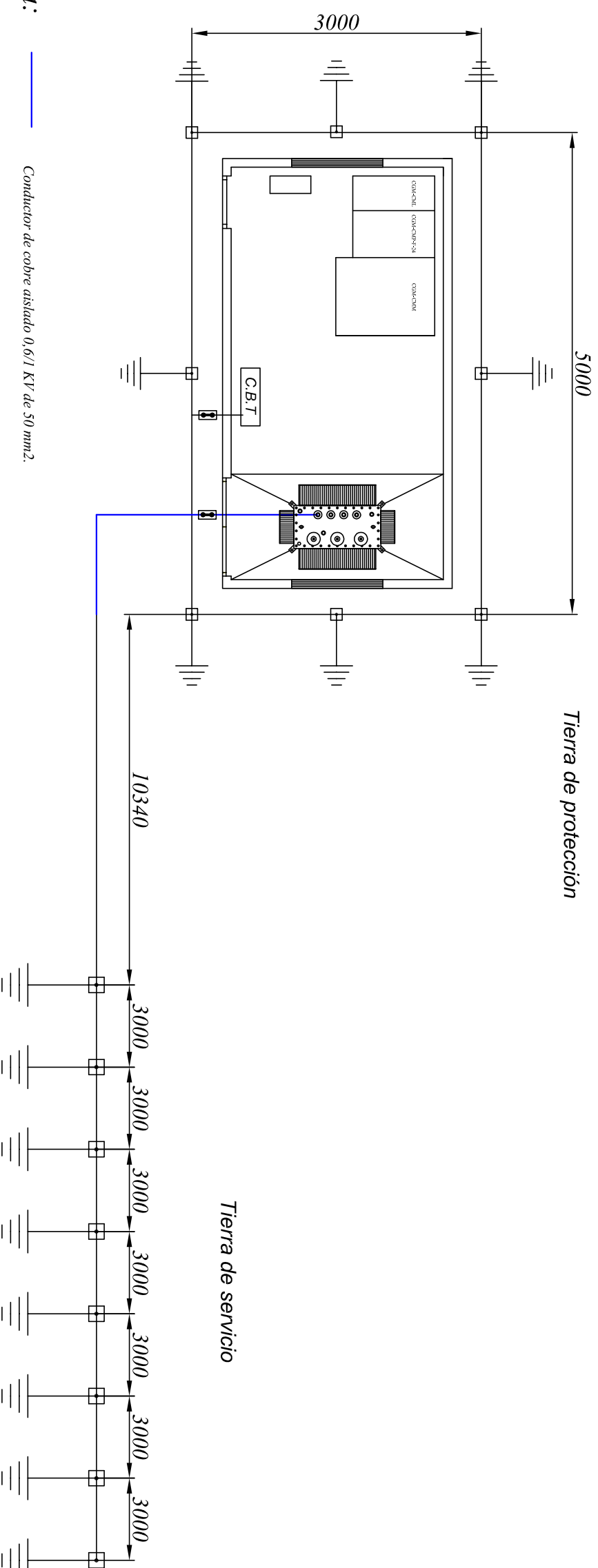
<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</p>	
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>		<p>REALIZADO: PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER</p>
<p>PLANO: UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACION</p>	<p>FECHA: SEPT 2010</p>	<p>ESCALA: S/E</p>	<p>Nº PLANO: 14</p>



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: PALACIOS BURGOS, LUIS JAVIER

PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACION	FECHA: SEPT 2010	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 15
---	----------------------------	-----------------------	------------------------

Planta




Leyenda:

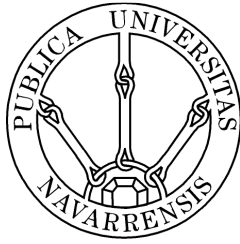
- Conductor de cobre aislado 0,6/1 KV de 50 mm².
- Conductor de cobre desnudo de 50 mm².
- Pica de cobre de 14 mm de diámetro.
- Arqueta de registro.
- Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra.

Nota:

-Tierra de protección: Código UNESA 50-30/8/84. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 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 E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
			PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B. T. DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
PLANO: TIERRAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FECHA: SEPT 2010	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 16



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO N°4. Pliego de condiciones.

Luis Javier Palacios Burgos

Vicente Senosiain Miquélez

Pamplona, Septiembre de 2010



PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE:

4.1 OBJETO.....	3
4.2 CONDICIONES GENERALES.....	3
4.2.1 NORMAS GENERALES.....	3
4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	3
4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES.....	3
4.2.4 RESCISIÓN.....	3
4.2.5 CONDICIONES GENERALES.....	4
4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.....	4
4.3.1 DATOS DE OBRA.....	4
4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE.....	4
4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.....	5
4.3.4 PERSONAL.....	5
4.3.5 CONDICIONES DE PAGO.....	5
4.4 CONDICIONES PARTICULARES.....	6
4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES.....	6
4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	6
4.4.3 PROTOTIPOS.....	6
4.5 NORMATIVA GENERAL.....	7
4.6 CONDUCTORES.....	8
4.6.1 MATERIALES.....	8
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.....	9
4.6.2.3 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO.....	9
4.6.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. CAÍDAS DE TENSIÓN.....	9
4.7 RECEPTORES.....	10
4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	10
4.7.2 CONEXIONES DE RECEPTORES.....	10
4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN.....	11
4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN.....	11
4.7.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN.....	12



4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES Y SOBREENTENSIONES....	12
4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	12
4.8.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES.....	12
4.8.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENCARGAS.....	12
4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	13
4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	13
4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	14
4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	14
4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	14
4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO.....	15
4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES.....	16
4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	16
4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.....	16
4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES.....	17
4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.....	17
4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS.....	17
4.11 LOCAL.....	18
4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	18
4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA.....	19
4.13 PUESTAS A TIERRA.....	19
4.13.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.....	19
4.13.2 DEFINICIÓN.....	19
4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA.....	20
4.13.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN.....	21
4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA.....	22
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.....	22
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.....	23
4.13.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.....	24



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 estructuras metálicas.

La parcela objeto de este proyecto se encuentra en el Polígono Industrial Comarca-2 perteneciente al término de Esquiroz dentro de la Cendea de Galar en Navarra, la parcela es la 5.2.

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 depravación, 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 sobreintensidades 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 movable. 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 movable, 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 construidos 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 envolventes 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 2010

Luis Javier Palacios Burgos



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO N°5. Presupuesto.

Luis Javier Palacios Burgos

Vicente Senosiain Miquélez

Pamplona, Septiembre de 2010



PRESUPUESTO

ÍNDICE:

5.1 CAPÍTULO I: LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN.....	3
5.1.1 LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN.....	3
5.2 CAPÍTULO II: PROTECCIONES.....	4
5.2.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN + BATERIA DE COND.....	4
5.2.2 CUADRO AUXILIAR 1. CORTADO.....	6
5.2.3 CUADRO AUXILIAR 2. GRANALLADO.....	8
5.2.4 CUADRO AUXILIAR 3. SOLDADURA.....	10
5.2.5 CUADRO AUXILIAR 4. PINTADO.....	12
5.2.6 CUADRO AUXILIAR 5. ALUMBRADO NAVE.....	14
5.2.7 CUADRO AUXILIAR 6. ALUMBRADO OFICINA.....	17
5.2.8 CUADRO AUXILIAR 7. COMPRESORES.....	19
5.2.9 RESUMEN: PROTECCIONES.....	21
5.3 CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.....	22
5.3.1 CONDUCTORES.....	22
5.3.2 TUBOS.....	25
5.3.3 CANALIZACIONES.....	27
5.3.4 RESUMEN: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.....	28
5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA.....	29
5.4.1 PUESTA A TIERRA.....	29
5.5 CAPÍTULO V: ALUMBRADO.....	30
5.5.1 ALUMBRADO INTERIOR NAVE.....	30
5.5.2 ALUMBRADO EXTERIOR NAVE.....	31
5.5.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	32
5.5.4 RESUMEN: ALUMBRADO INTERIOR, EXTERIOR Y DE EMERGENCIA	33
5.6 CAPÍTULO VI: TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS.....	34
5.6.1 TOMAS.....	34



5.7 CAPÍTULO VII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	35
5.7.1 OBRA CIVIL.....	35
5.7.2 CASETA DEL CENTRO.....	36
5.7.3 TRANSFORMADOR.....	37
5.7.4 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	38
5.7.5 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN.....	40
5.7.6 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO.....	42
5.7.7 RESUMEN: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	43
5.8 CAPÍTULO VIII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.....	44
5.8.1 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.....	44
5.9 CAPÍTULO IV: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	45
5.9.1 SEGURIDAD Y SALUD.....	45
5.10 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN.....	47



5.1 CAPÍTULO I: LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN

5.1.1 LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: PRYSMIAN (3x150 mm ²) Cobre	45	23,30	1048,5
Metros	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: PRYSMIAN (1x70 mm ²) Cobre	15	19,75	296,25
Metros	Tubo de PVC corrugado de doble pared, de 400 mm de diámetro, de 2,2 mm de espesor, resistencia al aplastamiento 450 N.	25	5,25	131,25
Metros	Bandeja perforada reforzada en chapa de acero galvanizada de 400x100mm.	25	73,20	1830
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	287,54	287,54
TOTAL				3593,54



5.2CAPÍTULO II: PROTECCIONES

5.2.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN + BATERIA DE CONDENSADORES..

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: AT62, superficial Dimensiones: 974 x 574 x 140 30 % de reserva.	1	262,00	262,00
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S7S 1250 F AP PR211 LI. 35 KA, calibre 1250 A, Tetrapolar.	1	5126,42	5126,42
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: ID con toroidal incorporado, modelo CT-1/80, diámetro útil 80 mm, con sensibilidad 300mA, retardado.	2	171,89	343,78
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: ID con toroidal incorporado, modelo CT-1/120, diámetro útil 120 mm, con sensibilidad 300mA, retardado.	2	267,78	535,56
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, 40A, con retardo, Tetrapolar.	1	150,56	150,56
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300mA, 100A, con retardo, Tetrapolar.	2	162,56	325,12



Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: T1C 32 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 32A, Tetrapolar. Curva: B.	1	112,20	112,20
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: T1C 80 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 80A, Tetrapolar. Curva: B.	1	195,51	195,51
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: T1C 100 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 100A, Tetrapolar. Curva: B.	1	472,79	472,79
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: T1C 250 F FC TMD, poder de corte 22 KA, calibre 250A, Tetrapolar. Curva: B.	4	670,62	2682,48
Unidades	Extintor de CO ₂ , material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,00	36,00
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	388,22	388,22
TOTAL				10630,64



5.2.2 CUADRO AUXILIAR 1. CORTADO.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: AT52 (120 módulos). Dimensiones: 824 x 574 x 140 30 % de reserva.	1	226,00	226,00
Unidades	Seccionador Marca: ABB Modelo: Interruptor seccionador OT 160E4, intensidad 160 A, Tetrapolar.	1	100,21	100,21
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 20 A, Tetrapolar.	3	102,07	306,21
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 40 A, Tetrapolar.	1	150,56	150,56
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C10, poder de corte 22 KA, calibre 10 A, Tetrapolar. Curva: C.	3	88,34	265,02
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C16, poder de corte 22 KA, calibre 16 A, Tetrapolar. Curva: C.	1	90,28	90,28
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C16, poder de corte 22 KA, calibre 16 A, Bipolar. Curva: C.	1	39,45	39,45
Unidades	Extintor de CO ₂ , material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12



Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	101,32	101,32
TOTAL				1315,17



5.2.3 CUADRO AUXILIAR 2. GRANALLADO.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: AT52 (120 módulos). Dimensiones: 824 x 574 x 140 30 % de reserva.	1	226,00	226,00
Unidades	Seccionador Marca: ABB Modelo: Interruptor seccionador OT 350E4, intensidad 350 A, Tetrapolar.	1	210,82	210,82
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 20 A, Tetrapolar.	3	102,07	306,21
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 40 A, Tetrapolar.	1	150,56	150,56
Unidades	Interruptor diferencial con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/120, diámetro útil: 120 mm. Sensibilidad 300mA. Tetrapolar.	1	267,78	267,78
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C20, poder de corte 22 KA, calibre 20 A, Tetrapolar. Curva: C.	3	92,01	276,03
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C20, poder de corte 22 KA, calibre 20 A, Bipolar. Curva: C.	1	41,17	41,17



Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274D10, poder de corte 22 KA, calibre 10 A, Tetrapolar. Curva: D.	1	92,34	92,34
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: T3N 250 FF TMD, poder de corte 16 KA, calibre 20 A, Bipolar. Curva: B.	1	269,10	269,10
Unidades	Extintor de CO ₂ , material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	139,23	139,23
TOTAL				2015,36



5.2.4 CUADRO AUXILIAR 3. SOLDADURA.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: AT52 (120 módulos). Dimensiones: 824 x 574 x 140 30 % de reserva.	1	226,00	226,00
Unidades	Seccionador Marca: ABB Modelo: Interruptor seccionador OT 350E4, intensidad 350 A, Tetrapolar.	1	210,82	210,82
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 40 A, Tetrapolar.	8	150,56	1204,48
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 20 A, Tetrapolar.	5	102,07	510,35
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274B32, poder de corte 22 KA, calibre 32 A, Tetrapolar. Curva: B.	4	92,27	369,08
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274B32, poder de corte 10 KA, calibre 32 A, Tetrapolar. Curva: B.	3	77,27	231,81
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C16, poder de corte 22 KA, calibre 16 A, Tetrapolar. Curva: C.	4	90,28	361,12



Unidades	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C16, poder de corte 10 KA, calibre 16 A, Tetrapolar. Curva: C.	2	75,28	150,56
Unidades	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C20, poder de corte 22 KA, calibre 20 A, Bipolar. Curva: C.	1	41,17	41,17
Unidades	Extintor de CO ₂ , material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	124,42	124,42
TOTAL				3465,93



5.2.5 CUADRO AUXILIAR 4. PINTADO.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: AT52 (120 módulos). Dimensiones: 824 x 574 x 140 30 % de reserva.	1	226,00	226,00
Unidades	Seccionador Marca: ABB Modelo: Interruptor seccionador OT 350E4, intensidad 350 A, Tetrapolar.	1	210,82	210,82
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 40 A, Tetrapolar.	1	150,56	150,56
Unidades	Interruptor diferencial con toroidal incorporado, marca ABB, CT-1/80, diámetro útil: 80 mm. Sensibilidad 300mA. Tetrapolar.	1	171,89	171,89
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: T3N 250 FF TMD, poder de corte 10 KA, calibre 250A, Tetrapolar. Curva: B.	1	310,59	310,59
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274B20, poder de corte 10 KA, calibre 20 A, Tetrapolar. Curva: B.	1	75,01	75,01
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274B20, poder de corte 10 KA, calibre 20 A, Bipolar. Curva: B.	1	29,17	29,17
Unidades	Extintor de CO ₂ , material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12



Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	139,23	139,23
TOTAL				1349,39



5.2.6 CUADRO AUXILIAR 5. ALUMBRADO NAVE.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: AT62, superficial (144 módulos). Dimensiones: 974 x 574 x 140 30 % de reserva.	1	262,00	262,00
Unidades	Seccionador Marca: ABB Modelo: Interruptor seccionador OT 350E4, intensidad 350 A, Tetrapolar.	1	210,82	210,82
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 63 A, Tetrapolar.	6	198,88	1193,28
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 30 mA, 63 A, Bipolar.	4	46,11	184,44
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 30 mA, 100 A, Bipolar.	1	60,33	60,33
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S282B32, poder de corte 10 KA, calibre 32 A, Bipolar. Curva: B.	3	32,44	97,32
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S282C20, poder de corte 22 KA, calibre 20 A, Bipolar. Curva: C.	1	41,17	41,17



Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S282B20, poder de corte 10 KA, calibre 20 A, Bipolar. Curva: B.	1	29,17	29,17
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S282B63, poder de corte 10 KA, calibre 63 A, Bipolar. Curva: B.	1	37,33	37,33
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S282B40, poder de corte 10 KA, calibre 40 A, Bipolar. Curva: B.	1	35,10	35,10
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S282C10, poder de corte 10 KA, calibre 10 A, Bipolar. Curva: C.	2	25,28	25,28
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S282B10, poder de corte 10 KA, calibre 10 A, Bipolar. Curva: B.	1	23,28	23,28
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274C10, poder de corte 10 KA, calibre 10 A, Bipolar. Curva: C.	1	25,28	25,28
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274B63, poder de corte 22 KA, calibre 63 A, Tetrapolar. Curva: B.	2	97,21	194,42
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274B63, poder de corte 10 KA, calibre 63 A, Tetrapolar. Curva: B.	1	82,21	82,21



Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S274B10, poder de corte 10 KA, calibre 63 A, Bipolar. Curva: B.	3	37,33	111,99
Unidades	Extintor de CO ₂ , material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	187,54	187,54
TOTAL				2837,08



5.2.7 CUADRO AUXILIAR 6. ALUMBRADO COMPLEJO INTERIOR.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: AT52 (120 módulos). Dimensiones: 824 x 574 x 140 30 % de reserva.	1	226,00	226,00
Unidades	Seccionador Marca: ABB Modelo: Interruptor seccionador OT 160E4, intensidad 160 A, Tetrapolar.	1	100,21	100,21
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 30 mA, 20 A, Bipolar.	1	31,20	31,20
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 30 mA, 40 A, Bipolar.	1	37,73	37,73
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 30 mA, 80 A, Bipolar.	2	52,93	105,86
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S272C10, poder de corte 22 KA, calibre 10 A, Bipolar. Curva: C.	2	35,28	70,56
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S272B70, poder de corte 22 KA, calibre 70 A, Bipolar. Curva: B.	2	48,09	96,18
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S272B40, poder de corte 22 KA, calibre 40 A, Bipolar. Curva: B.	1	45,10	45,10



Unidades	Extintor de CO ₂ , material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	60,58	60,58
TOTAL				809,54



5.2.8 CUADRO AUXILIAR 7. SALA COMPRESORES.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Armario metálico de distribución Marca: ABB Modelo: AT62, superficial (144 módulos). Dimensiones: 974 x 574 x 140 30 % de reserva.	1	262,00	262,00
Unidades	Seccionador Marca: ABB Modelo: Interruptor seccionador OT 160E4, intensidad 160 A, Tetrapolar.	1	100,21	100,21
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 20 A, Tetrapolar.	1	102,07	102,07
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 40 A, Tetrapolar.	2	150,56	301,12
Unidades	Interruptor diferencial Marca: ABB Modelo: F360 – tipo AC, sensibilidad 300 mA, 80 A, Tetrapolar.	1	209,25	209,25
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S284B40, poder de corte 22 KA, calibre 40 A, Tetrapolar. Curva: B.	2	95,11	190,22
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S284B40, poder de corte 22 KA, calibre 40 A, Bipolar. Curva: B.	1	45,10	45,10



Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S284C16, poder de corte 22 KA, calibre 16 A, Tetrapolar. Curva: C.	1	90,28	90,28
Unidades	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Modelo: S282B32, poder de corte 22 KA, calibre 32 A, Bipolar. Curva: B.	1	92,27	92,27
Unidades	Extintor de CO ₂ , material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	110,64	110,64
TOTAL				1539,28



5.2.10 RESUMEN: PROTECCIONES

PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO II	IMPORTE (Euros)
CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.	10630,64
CUADRO AUX. 1. CORTADO.	1315,17
CUADRO AUX. 2. GRANALLADO.	2015,36
CUADRO AUX. 3. SOLDADURA.	3465,93
CUADRO AUX. 4. PINTADO.	1349,39
CUADRO AUX. 5. ALUMBRADO NAVE.	2837,08
CUADRO AUX. 6. ALUMBRADO COMP. INT.	809,54
CUADRO AUX. 7. SALA COMPRESORES.	1539,28
TOTAL	23962,39



5.3 CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

5.3.1 CONDUCTORES

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x150 mm ²) Cobre	264	23,30	6151,2
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x120 mm ²) Cobre	429	21,18	9086,22
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x95 mm ²) Cobre	108	20,27	2189,16
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x70 mm ²) Cobre	462	18,62	8602,44
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x50 mm ²) Cobre	117	11,46	1340,82
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x35 mm ²) Cobre	499	9,90	4940,1
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x25 mm ²) Cobre	93	7,35	683,55
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x16 mm ²) Cobre	679	5,05	3428,95



Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x10 mm ²) Cobre	488	3,64	1776,32
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x6 mm ²) Cobre	2195	2,50	5487,5
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x4 mm ²) Cobre	8	2,03	16,24
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x1.5 mm ²) Cobre	24	1,44	34,56
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x70 mm ²) Cobre	548	13,11	7184,28
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x50 mm ²) Cobre	1546	10,46	16171,16
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x25 mm ²) Cobre	863	7,35	6343,05
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x16 mm ²) Cobre	1901	5,05	9600,05
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x10 mm ²) Cobre	622	2,64	1642,08
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x4 mm ²) Cobre	470	1,58	742,6
Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x2.5 mm ²) Cobre	334	1,01	337,34



Metros	Cable H07V-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x1.5 mm ²) Cobre	120	0,44	52,8
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	2640,12	2640,12
TOTAL				88450,54



5.3.2 TUBOS

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros	Tubo de acero rígido de diámetro exterior 100 mm. Incluido fijaciones y material complementario.	12	17,10	205,2
Metros	Tubo de acero rígido de diámetro exterior 75 mm. Incluido fijaciones y material complementario.	255	15,60	3978
Metros	Tubo de acero rígido de diámetro exterior 63 mm. Incluido fijaciones y material complementario.	227	14,10	3200,7
Metros	Tubo de acero rígido de diámetro exterior 50 mm. Incluido fijaciones y material complementario.	433	12,60	5455,8
Metros	Tubo de acero rígido de diámetro exterior 40 mm. Incluido fijaciones y material complementario.	26	10,50	273
Metros	Tubo de acero rígido de diámetro exterior 32 mm. Incluido fijaciones y material complementario.	49	9,08	444,92
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de 50 mm de color gris, temperatura máxima de instalación 20° C.	1047	0,90	942,3
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de 40 mm de color gris, temperatura máxima de instalación 20° C.	572	0,75	429
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de 32 mm de color gris, temperatura máxima de instalación 20° C.	622	0,45	279,9
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de 20 mm de color gris, temperatura máxima de instalación 20° C.	115	0,25	28,75
Metros	Tubo de termoplástico de PVC corrugado, de 16 mm de color gris, temperatura máxima de instalación 20° C.	73	0,19	13,87



Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	772,31	772,31
TOTAL				16023,75



5.3.3 CANALIZACIONES

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros	Bandeja perforada de acero Marca: Quintela, de 400 x 100 mm con material para fijación.	10	24,90	249
Metros	Bandeja perforada de acero Marca: Quintela, de 350 mm con material para fijación.	330	20,50	6765
Unidades	Derivación en T, para bandeja de 350 mm. Marca: Quintela.	7	35,03	245,21
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	221.21	221,21
TOTAL				7480,42

**5.3.4 RESUMEN: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES**

PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO III	IMPORTE (Euros)
CONDUCTORES	88450,54
TUBOS	16023,75
CANALIZACIONES	7480,42
TOTAL	111954,71



5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA

5.4.1 PUESTA A TIERRA

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluido soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra, otros accesorios y mano de obra.	4	12,32	49,28
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 25 cm y 80 cm de profundidad. Incluido mano de obra.	4	26,27	105,08
Metros	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm de sección. Incluida parte proporcional de soldadura aluminotérmica CADWEL a la estructura metálica, empalmes y mano de obra.	220	6,15	1353
Unidades	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios y mano de obra.	1	21,63	21,63
TOTAL				1528,99



5.5 CAPÍTULO V: ALUMBRADO

5.5.1 ALUMBRADO INTERIOR NAVE

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Luminaria Philips Smart-Form TBS460 + Lámparas TL5-80W/840 HF C8.	6	214	1284
Unidades	Luminaria Philips Rotaris TBS742 + Lámpara TL5C60W/840 HF.	2	37,32	74,64
Unidades	Luminaria Philips Isolux 4 IS 140 + Lámpara TL-D58W/840 HF MB+GT.	2	52	104
Unidades	Luminaria Philips TBS 324 + Lámpara TL5-54W/840 HF C5.	1	147	147
Unidades	Luminaria Philips High-bay HPK SPK110.	99	205	20295
Unidades	Lámpara SON-PP400W CON WB-E GC P3.	99	32,15	3182,85
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	1255,41	1255,41
TOTAL				26342,9



5.5.2 ALUMBRADO EXTERIOR NAVE.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Luminaria Philips, modelo SEP 483 VP E40 HPL-400W.	7	115	805
Unidades	Lámpara de vapor de mercurio de alta presión Philips, modelo HPL-N 400W/542 E40.	7	27,33	191,31
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	28,47	28,47
TOTAL				1024,78



5.5.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO, BLOQUE S-30, 4W.	3	18,06	54,18
Unidades	Luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO, BLOQUE S-150, 9W.	4	34,02	136,08
Unidades	Luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO, BLOQUE S-60, 4W.	1	24,57	24,57
Unidades	Luminaria de emergencia NORMALÚX STYLO BLOQUE S-SPL9, 9W.	57	22,87	1303,59
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	51,49	51,49
TOTAL				1569,91

**5.5.4 RESUMEN: ALUMBRADO INTERIOR, EXTERIOR Y DE EMERGENCIA**

PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO V	IMPORTE (Euros)
ALUMBRADO INTERIOR NAVE	26342,9
ALUMBRADO EXTERIOR NAVE	1024,78
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	1569,91
TOTAL	28937,59



5.6 CAPÍTULO VI: TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS

5.6.1 TOMAS

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Toma de corriente F+N+T de 20 A con caja de empotrar, 230 V. Marca: NIESSEN.	15	9,48	142,2
Unidades	Toma de corriente III+N de 20 A con caja de empotrar, 400 V. Marca: NIESSEN.	25	12,13	303,25
Unidades	Mecanismo interruptor unipolar. Marca: NIESSEN, modelo 3188.	5	3,62	18,1
Unidades	Mecanismo interruptor unipolar. Marca: NIESSEN, modelo 3290.	7	4,5	31,5
Unidades	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	34,78	34,78
TOTAL				529,83



5.7 CAPÍTULO VII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.7.1 OBRA CIVIL

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Metros cúbicos	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.	1	855	855
TOTAL				855



5.7.2 CASETA DEL CENTRO

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	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	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Transformador trifásico de 1000KVA 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	17375	17375
TOTAL				17375



5.7.4 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	<p>CELDA DE LÍNEA DE ENTRADA: Celda CGM-CML-24 Marca: ORMAZABAL. Celda dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, 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. Características eléctricas: Vn = 24 kV, In = 400 A Características físicas: Ancho = 370 mm, Alto = 1800 mm, Fondo = 850 mm, Peso = 135 Kg. Se incluye en el precio: transporte, montaje y conexión.</p>	1	1245	1245
Unidades	<p>CELDA DE MEDIDA: 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	CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES: 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 fusibles limitadores de 24 KV y 63 A. Se incluye en el precio: transporte, montaje y conexión.	1	4050	4050
Unidades	Autoválvula con envolvente no cerámica, del tipo POM-P24/80, para la tensión de 24 KV, de tensión residual 80kV.	1	462,35	462,35
TOTAL				10717,35



5.7.5 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	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: S7S 1250 F AP PR211 LI, poder de corte 50 KA, calibre 1250 A, Bipolar. Curva: C.	3	100,02	300,06
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
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x2.5 mm ²) Cobre	11	2,04	22,44
Metros	Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian (1x1.5 mm ²) Cobre	22	1,44	31,68
Metros	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				795,30



5.7.6 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	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 4 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 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.	1	590	590
TOTAL				1570

**5.7.7 RESUMEN: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO VII	IMPORTE (Euros)
OBRA CIVIL	855
CASETA DEL CENTRO	8368,07
TRANSFORMADOR	17375
APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	10717,35
EQUIPO DE BAJA TENSIÓN	795,30
PUESTA A TIERRA DEL CENTRO	1570
TOTAL	39680,72



5.8 CAPÍTULO VIII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

5.8.1 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (Euros)	TOTAL (Euros)
Unidades	Batería de compensación automática, 100 KVar. Marca: MERLÍN GERIN Modelo: RECTIMAT 2 estándar, 400V.	1	3989	3989
TOTAL				3989



5.9 CAPÍTULO IV: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.9.1 SEGURIDAD Y SALUD

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	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 en 3 usos.	2	0,81	1,62
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 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.	1	22,84	22,84
TOTAL				295,27



5.10 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

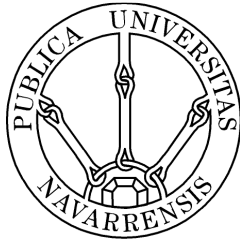
ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (Euros)
CAPÍTULO 1	LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN	3593,54
CAPÍTULO 2	PROTECCIONES	23962,39
CAPÍTULO 3	CONDUCTORES, TUBOS PROTECTORES Y CANALIZACIONES	111954,71
CAPÍTULO 4	PUESTA A TIERRA	1528,99
CAPÍTULO 5	ALUMBRADO	28937,59
CAPÍTULO 6	TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS	529,83
CAPÍTULO 7	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	39680,72
CAPÍTULO 8	CONDENSADORES	3989,00
CAPÍTULO 9	SEGURIDAD Y SALUD	295,27
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	214472,04
	GASTOS GENERALES (5%)	10723,60
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	21447,20
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	246642,84
	IVA (16%)	39462,86
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA CON IVA	286105,70

El presupuesto total de ejecución por contrata asciende a la cantidad de: “DOS CIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL CIENTO CINCO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS DE EURO”.



Pamplona, Septiembre de 2010

Luis Javier Palacios Burgos



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO N°6. Estudio básico de seguridad y salud.

Luis Javier Palacios Burgos

Vicente Senosiain Miquélez

Pamplona, Septiembre de 2010



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE:

6.1. OBJETO.....	2
6.2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	2
6.3. DATOS DE LA OBRA.....	3
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.....	23
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:

Luis Javier Palacios Burgos
C/ Paternain nº 11, 1º Izda
31180 Zizur Mayor (Navarra)



6.3. DATOS DE LA OBRA

- PROYECTO DE REFERENCIA:

Proyecto de instalación eléctrica en B.T. para Nave industrial y centro de transformación.

- EMPLAZAMIENTO:

Esquíroz (Navarra)
Polígono industrial Comarca-2
Parcela número 5.2

- Nº DE TRABAJADORES PREVISTOS SIMULTÁNEAMENTE:

35 Trabajadores.

- PLAZO DE EJECUCIÓN TOTAL APROXIMADO:

1 mes.

- INFRAESTRUCTURAS:

Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento, etc.

6.4. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Acceso a la obra	Los propios del local
Edificaciones colindantes	Naves industriales
Suministro de energía eléctrica	Acometida individual
Suministro de agua	Acometida individual
Sistema de saneamiento	El de la vivienda
Servidumbres y condicionantes	Saneamientos
OBSERVACIONES: Sin observaciones.	



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.

Aparte de las aquí expuestas, existen unas medidas colectivas de seguridad y salud en obra pudiendo hacer uso de ellas si fuera necesario. En este estudio solo se hace referencia a las individuales de las instalaciones de B.T. y C.T.

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 (lamas, 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 cablestante de elevación, es decir, por la carga nominal del pie de flecha.

Normalmente van montadas en pie de flecha o contraflecha y están formadas 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 gruista 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 guirnalda 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 guirnalda 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 limpias 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:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
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)	
	EMPLEO
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)	
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	
Dermatitis 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 su empleo	Para trabajos que impliquen riesgo para la cabeza como: <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.

EPI: pantalla facial	
Riesgo contra los que protege	Protege el rostro contra: <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 inactivas (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	- Usar a la vez gafas inactivas para evitar deslumbramientos.

EPI: gafas inactivas	
Riesgo contra los que protege	Protegen los ojos contra: <ul style="list-style-type: none"> - Deslumbramiento por cortocircuito.
Modo de empleo	- 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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. Habrá de ser legibles: <ul style="list-style-type: none"> - Tensión de utilización. - Fecha de fabricación. - Nombre del fabricante. - Homologación.

EPI: guantes ignífugos	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: <ul style="list-style-type: none"> - 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.

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.

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

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Acopio de carga y descarga	Golpes, heridas. Caídas de objetos y atrapamientos	Mantenimiento de equipos Utilización de EPIs Adecuación de cargas Control de maniobras
Instalación de canalizaciones y detectores, luminarias y emergencias	Caídas de objetos desde altura Caídas de trabajadores desde altura Daños oculares Golpes, cortes, etc. Electrocución Sobre esfuerzos	Utilización de EPIs Orden y limpieza 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 Utilización de EPIs Adecuado mantenimiento de la maquinaria Maquinaria con todos los elementos de protección Adecuada puesta a tierra de las instalaciones Instalaciones eléctricas auxiliares ejecutadas por especialistas Adecuado mantenimiento de las instalaciones Utilización de EPIs Fajas lumbares



6.7.2. FASE DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

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 Utilización de EPIs
	Caídas desde altura	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

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. Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente. En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

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:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROXIMADA (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria-Urgencias	Centro de Salud Solchaga	5
Asistencia Especializada-Hospital	Hospital de Navarra	7



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 1995/78			25-08-78
Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo Corrección de errores	Orden	09-03-71	M. Trab.	16-03-71 06-04-71
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28-08-79	M. Trab.	
Anterior no derogada Corrección de errores	Orden	28-08-70	M. Trab.	05-09-70 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

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 2010

Luis Javier Palacios Burgos