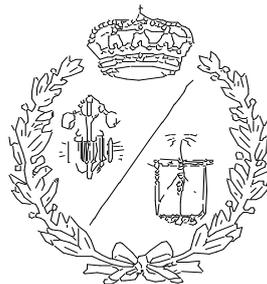


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto Fin de Carrera***

**INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL DE MECANIZADO**  
(Electrical system of a work mechanization  
building)

Para acceder al Titulo de

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD**

Autor: Hugo Fernández Cagigas

Enero - 2013

## **INDICE GENERAL**

1. Memoria.....	4
2. Cálculos.....	51
3. Planos.....	114
4. Pliego de condiciones.....	129
5. Anexo: Estudio de seguridad y salud.....	163
6. Presupuesto.....	178

## **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

1.	OBJETO DEL PROYECTO.....	7
2.	EMPRESA SUMINISTRADORA .....	7
3.	TÉCNICO.....	8
4.	EMPLAZAMIENTO .....	8
5.	REGLAMENTOS Y NORMAS .....	8
6.	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	9
7.	PREVISIÓN DE CARGAS.....	11
8.	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.....	12
8.1.	CENTRO DE TRANSFORMACION.....	12
8.1.1.	Características Generales .....	12
8.1.2.	Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.....	12
8.1.3.	Descripción de la instalación.....	12
8.1.4.	Medida de la energía eléctrica.....	26
8.1.5.	Unidades de protección, automatismo y control .....	26
8.1.6.	Puesta a tierra .....	37
8.1.7.	Instalaciones secundarias .....	38
8.2.	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACION .....	39
8.3.	DERIVACIÓN INDIVIDUAL .....	39
8.3.1.	Descripción General .....	39
8.3.2.	Características de los materiales.....	400
8.4.	EQUIPOS DE CONEXIÓN DE ENERGÍA REACTIVA .....	41
9.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR .....	42
9.1.	cuadro general de distribucion .....	42
9.2.	LINEAS DE ALIMENTACION SECUNDARIAS y CIRCUITOS INTERIORES .....	43
9.3.	Cuadros Auxiliares .....	45

---

10. Iluminaria.....	46
10.1. Iluminaria interior y exterior .....	46
10.2. Alumbrado de emergencia y señalización.....	47
11. Protecciones .....	48
11.1. Protección contra Sobreintensidades .....	48
11.2. Protección contra Sobretensiones .....	48
11.3. Protección contra Contactos Directos e Indirectos.....	49
11.3.1. Contactos Directos .....	49
11.3.2. Contactos Indirectos.....	49

## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto del presente proyecto es el de definir técnica y dimensionalmente las instalaciones de Baja Tensión para un edificio industrial con aparcamiento exterior, comprendiendo el estudio desde el final de la acometida de la compañía eléctrica hasta los circuitos receptores, incluyendo la red de tierras, así como las autorizaciones perceptivas para la puesta en funcionamiento de dichas instalaciones, una vez cumplimentados los trámites reglamentarios.

Cada una de las partes, en que se divide este proyecto, tratará de conseguir una exposición clara y veraz de las características de la instalación. Para la redacción del mismo se han tenido en cuenta todos los reglamentos y normas vigentes, los cuales se indican en el apartado correspondiente.

La instalación eléctrica será totalmente nueva y partirá del centro de transformación ubicado en una caseta prefabricada, en el exterior del edificio, como puede verse en los planos adjuntos, hasta el Cuadro General de Distribución. De este cuadro se alimentarán cada uno de los distintos receptores de alumbrado y fuerza, así como los cuadros auxiliares.

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

## **2. EMPRESA SUMINISTRADORA**

La empresa encargada de suministrarnos energía eléctrica es EON España, con una tensión de 12/20 kV y una frecuencia de 50 Hz

### **3. TÉCNICO**

El presente proyecto ha sido realizado por Hugo Fernández Cagigas, alumno de la Universidad de Cantabria para la obtención del título de Ingeniero Técnico especialidad en electricidad.

### **4. EMPLAZAMIENTO**

El edificio donde se realiza la instalación eléctrica se encuentra en la Travesía Sainz Ezquerria s/n, dentro del término municipal de Colindres, Cantabria.

### **5. REGLAMENTOS Y NORMAS**

Para la ejecución de las instalaciones de este proyecto, se seguirán los criterios marcados en los Reglamentos Vigentes, en particular:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por decreto 842/2002 de fecha 2 de agosto de 2002 (B.O.E. nº224 del 18/09/2002).
- Normas UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de marzo de 1971.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE, del Ministerio de la Vivienda, con relación a Instalaciones de Electricidad, Protección y Telefonía.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995.

## **6. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO**

La nueva instalación será una nave industrial de una superficie de 900,19 m<sup>2</sup> construido y 864,04 m<sup>2</sup> útiles.

Esta nave estará dividida en dos plantas, planta baja y planta alta. La planta baja está formada por el taller, donde se procederá a la preparación, elaboración y distribución de las piezas, un almacén de materia prima, vestuarios y aseos para el personal, la recepción de los clientes y una sala para los cuadros generales y contadores. En la planta alta están las oficinas, donde se harán los trámites administrativos, un archivo de material administrativo, una sala de reuniones y un aseo. Dispondrá una altura de 6,130 m en el taller, de 3,040 m para el almacén, la sala de contadores, de 2,300 m para el vestuario y el aseo I y la recepción y de 3.140 para la oficina, el archivo, la sala y el aseo II de la planta alta.

Además, en la parte exterior del edificio, habrá aparcamientos para los clientes.

La nave estará situada en la parcela mencionada anteriormente, cuya superficie es de 1.253,75 m<sup>2</sup>. Su distribución queda de la siguiente forma:

ZONA	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )
<b>PLANTA BAJA</b>	
Taller	620,82
Almacén	62,59
Recepción	17,15
Sala Contadores	10,90
Vestuario	29,29
Aseo I	11,29
<b>Total</b>	<b>752,04</b>
<b>PLANTA ALTA</b>	
Oficina	24,90
Archivo	12,45
Sala	59,20
Aseo II	15,45
<b>Total</b>	<b>112,00</b>

**7. PREVISIÓN DE CARGAS**

CUADROS DE MANDO	CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA (KW)	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	POTENCIA DEMANDADA (KW)
Cuadro Secundario	Maquinaria	229,8	0,8	183,84
Cuadro General	Alumbrado	10,463	1	<b>207,758</b>
	T. de corriente	13,455		
	Cuadro Secundario	183,84		

El Reglamento electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT-10 establece que la carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas del edificio se calculará considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta.

La superficie total del edificio es de 864,04 m<sup>2</sup>, lo que supondría una previsión mínima de 86,400 kW.

El total de consumos instalados, como se observa en la tabla adjunta es de 207,758 kW.

La cantidad anterior es superior al mínimo exigido, por lo que instalando en el cuadro una protección adecuada a la suma de los consumos instalados en el edificio, se tendrá garantizado el cumplimiento de las exigencias de la ITC-BT-10.

En resumen, tendremos una nave industrial con una potencia aparente de 218,693 kVA, ya que se corregirá el factor de potencia hasta 0,95.

NOTA: En todo caso, el cálculo de la Línea de Derivación Individual se realizará teniendo en cuenta no esta previsión de carga, sino la máxima potencia admisible dada por la potencia proporcionada por el transformador.

## **8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE**

### *8.1. CENTRO DE TRANSFORMACION*

#### *8.1.1. Características Generales*

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía E.ON España a la tensión trifásica de 12 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas (CGMCOSMOS).

#### *8.1.2. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA*

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 207,758 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 250 kVA.

#### *8.1.3. Descripción de la instalación*

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas indicadas con anterioridad en el apartado de Normas y Referencias.

### 8.1.3.1. Características de los materiales

- **El Edificio de Transformación es de tipo PFU-4/20:**

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente:

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso:

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos:

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado:

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características Detalladas

- N° de transformadores: 1
- Tipo de ventilación: Normal
- Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso
- Dimensiones exteriores
  - Longitud: 4460 mm
  - Fondo: 2380 mm
  - Altura: 3045 mm
  - Altura vista: 2585 mm
  - Peso: 13465 kg
- Dimensiones interiores:
  - Longitud: 4280 mm
  - Fondo: 2200 mm
  - Altura: 2355 mm
- Dimensiones interiores:
  - Longitud: 5260 mm
  - Fondo: 3180 mm
  - Profundidad: 560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

#### 8.1.3.2. *Características de la Red de Alimentación*

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 12 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 332,6 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 16 kA eficaces.

#### 8.1.3.3. *Características de la Aparata de Media Tensión*

Características Generales de los Tipos de Aparataje Empleados en la Instalación.

- **Celdas: CGMCOSMOS**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub> de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

-Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo

modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

*Grados de Protección :*

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es 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 CGMCOSMOS son las siguientes:

- Tensión nominal 24 kV
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)
  - a tierra y entre fases 50 kV
  - a la distancia de seccionamiento 60 kV
- Impulso tipo rayo
  - 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, etc.

#### *8.1.3.4. Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores*

- **Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, 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. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas :

Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

Unidad de Control Integrado: ekorRCI-2022BD

- **Protección General: CGMCOSMOS-V Interruptor automático de vacío**

Celda con envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-V de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min)
  - a tierra y entre fases: 50 kV
  - Impulso tipo rayo
  - a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 400 A
- Capacidad de corte en cortocircuito: 16 kA

- Características físicas:

- Ancho: 480 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1740 mm

- Peso: 218 kg
- Otras características constructivas:
  
- Mando interruptor automático: manual RAV
  
- Relé de protección: ekorRPG-2001B
  
- **Medida: CGMCOSMOS-M Medida**

Celda con envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-M 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 aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

\* Transformadores de tensión

Relación de transformación: 12000/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible

en permanencia: 1,2 Un en permanencia y  
1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia: 25 VA

Clase de precisión:0,5

\* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 10 - 20/5 A

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

Sobreint. Admisible en permanencia:  $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión:0,5 s

- **Transformador 1: Transformador aceite 12 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 12 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/-  
2,5%,+5%,+7,5%,+10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

8.1.3.5. *Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión*

- **Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles**

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

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 400 A.
- 1 Salida formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornes (alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

A tierra y entre fases: 10 kV

Entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:

a tierra y entre fases: 20 kV

· Dimensiones:	Altura:	730 mm
	Anchura:	360 mm
	Fondo:	265 mm

#### 8.1.3.6. *Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión*

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- **Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- **Puentes entre Celdas: Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo atornillable y modelo K430TB y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- **Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Poliétileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

- **Defensa de Transformador 1: Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

- **Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

#### 8.1.4. Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

#### 8.1.5. Unidades de protección, automatismo y control

- **Unidad de Control Integrado: ekICRro**

Unidad de control integrada, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la

unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

-Características

#### Funciones de Detección

- Detección de faltas fase -fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A
  - Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480
  - Asociado a la presencia de tensión
  - Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
  - Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
  - Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A
- Presencia / Ausencia de Tensión
- Acoplo capacitivo (pasatapas)
  - Medición en todas las fases L1, L2, L3
  - Tensión de la propia línea (no de BT)

Paso de Falta / Seccionalizador Automático

Intensidades Capacitivas y Magnetizantes

Control del Interruptor

- Estado interruptor-seccionador
- Maniobra interruptor-seccionador
- Estado seccionador de puesta a tierra
- Error de interruptor

Detección Direccional de Neutro

- Otras características:

Ith/Idin = 20 kA /50 kA

Temperatura = -10 °C a 60 °C

Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %

Comunicaciones: Protocolo MODBUS(RTU)/PROCOME

Ensayos:

- De aislamiento según 60255-5
- De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
- Climáticos según CEI 60068-2-X
- Mecánicos según CEI 60255-21-X
- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekorRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

- **Unidad de Protección: ekorRPG**

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección con interruptor automático. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características

- Rango de Potencias: 50 kVA - 25 MVA
  
- Funciones de Protección:
- Sobreintensidad
- Fases (3 x 50/51)
- Neutro (50N/ 51 N)
- Neutro Sensible (50Ns/51Ns)
- Disparo exterior: Función de protección (49T)
- Reenganchador: Función de protección (79) [Con control integrado ekorRPGci]
- Detección de faltas de tierra desde 0,5 A
- Posibilidad de pruebas por primario y secundario
- Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
- Histórico de disparos
- Medidas de intensidad de fase y homopolar: I1, I2, I3 e I0
- Autoalimentación a partir de 5 A en una fase
- Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)

- Elementos:

Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección,

medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A / 1 A y 1000 A / 1 A dependiendo de los modelos y que van colocados desde fábrica en los pasatapas de las celdas.

Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.

El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

Ith/Idin = 20 kA /50 kA

Temperatura = -10 °C a 60 °C

Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz  $\pm$  1 %

Ensayos:

- De aislamiento según 60255-5

- De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011

- Climáticos según CEI 60068-2-X

- Mecánicos según CEI 60255-21-X

- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255 Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

- **Controlador de Celdas Programable: *ekorCCP***

El Centro de Transformación incorpora un Controlador de Celdas Programable *ekorCCP*, con objeto de realizar las conmutaciones de líneas y deslastre de líneas en falta, según se describe.

- **Controlador de Celdas Programable: *ekorCCP***

El Centro de Transformación de compañía incorpora un Controlador de Celdas Programable *ekorCCP*, con objeto de actuar como remota de telemando, y realizar así los accionamientos de las celdas requeridos por el despacho de explotación, sin necesidad de personarse físicamente en el centro en cuestión.

El Controlador de Celdas Programable *ekorCCP* es un dispositivo microprocesador flexible y programable, diseñado para resolver aplicaciones de control, telemando, maniobra y señalización en instalaciones de MT.

En la parte anterior de *ekorCCP* se encuentran el teclado, la pantalla y las lámparas de señalización. En su parte posterior se encuentran los conectores de comunicaciones y entradas y salidas para los captadores y actuadores requeridos en cada aplicación.

- Alimentación

ekorCCP acepta alimentaciones de 38 a 130 Vcc en el mismo equipo, siendo el consumo medio de 25 W.

- Entradas y salidas

Cada tarjeta de entradas y salidas incluye:

- 16 entradas digitales procedentes de contactos libres de tensión
- 8 salidas de relé mecánico
- 8 salidas de relé de estado sólido de hasta 6 A en circuitos altamente inductivos, capaces de soportar cortocircuitos sin necesidad de "relés de sacrificio", para su uso en c.c. .

- Comunicaciones

EkorCCP dispone de cuatro canales de comunicaciones: uno serie RS-232 para cargar el programa o impresión de eventos, otros dos RS-232 optoacoplados, para conexión al sistema de telemando y a equipos de medida, y un RS-485 optoacoplado para su conexión al bus local con otros controladores ekorCCP en sistemas muy complejos.

- Condiciones de funcionamiento

- Temp. de funcionamiento: de -10 a 60 °C
- Aislamiento: reforzado hasta 5 kV
- Ensayos mecánicos y de compatibilidad electromagnética (CEI 61000-4-X, UNE-EN 61000-4-X, CEI 60255-X-X, UNE-EN 60255-X-X y UNE-EN 60801-2) en su nivel más severo.

- Dimensiones y peso

Dimensiones: 10 x 250 x 280 mm (ancho x alto x fondo)  
Fondo armario:  $\geq 400$  mm  
Peso: 9 kg

- Características del armario de control:

Longitud: 1096 mm  
Fondo: 465 mm  
Altura: 289 mm  
Ubicación: ekorUCT-S

• **Unidad Compacta de Telecontrol: *ekorUCT***

Unidad compacta de telecontrol desarrollada para la automatización y telemando mediante control integrado en Centros de Transformación y Centros de Reparto. Incluye las funciones de alimentación segura, terminal remota y comunicaciones.

- Características

- Independencia entre ekorUCT y el número de celdas automatizadas en la instalación
- Interconexiones estándar entre los equipos de control y las celdas
- Componentes ensamblados y probados en fábrica
- Puesta en servicio sin descargo de MT
- Evita la instalación de bandejas para las mangueras de control y protección.

Tipos:

- Armario mural

- Armario sobre celda

Arquitectura:

- Compartimento de Distribución
- Remota de telemando
- Batería + cargador
- Protecciones
- Compartimento de Comunicaciones
- Posibilidad GSM, Radio, F.O, RTC

- **ekorCCP**

Controlador de celdas programable, basado en un microprocesador con estructura PC y sistema operativo Linux, flexible y programable, de aplicación en el telecontrol y automatización de los Centros de Transformación y Centros de Reparto así como para otras soluciones como:

- Transferencia de líneas
- Deslastre de líneas
- Automatismos distribuidos entre varios CTs
- Transferencia Red-Grupo Electrógeno
- Servidor Web

Características

- Display gráfico
- Pulsadores de maniobra
- 4 puertos de comunicación: un puerto frontal de configuración (RS-232), dos puertos RS-232 para comunicación con dispositivos externos, y un puerto RS-485/422 para su uso como red local con otros dispositivos.
- Hasta 32 posiciones

- Protocolos de comunicación
  - IEC-870-5-101
  - IEC-870-5-104
  - Procome
  - ModBus
  - Pid1, Gestel, Sab20
  - CcpCom
- Posibilidad de automatismos (transferencia, enclavamientos,...)
- Registro histórico de más de 1000 eventos

- **ekorRCI**

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

## Características

- Funciones de Detección
  - Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A
  - Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480 A
  - Asociado a la presencia de tensión
  - Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
  - Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
- Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A
- Presencia / Ausencia de Tensión
  - Acoplo capacitivo (pasatapas)
  - Medición en todas las fases L1, L2, L3
  - Tensión de la propia línea (no de BT)
- Paso de Falta / Seccionalizador Automático
- Intensidades Capacitivas y Magnetizantes
- Control del Interruptor
  - Estado interruptor-seccionador
  - Maniobra interruptor-seccionador
  - Estado seccionador de puesta a tierra
  - Error de interruptor
- Detección Direccional de Neutro
- Otras características:
  - $I_{th}/I_{din} = 20 \text{ kA} / 50 \text{ kA}$
  - Temperatura =  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$
  - Frecuencia =  $50 \text{ Hz}$ ;  $60 \text{ Hz} \pm 1 \%$

- Comunicaciones:  
Protocolo MODBUS(RTU)/PROCOME
- Ensayos:
  - De aislamiento según 60255-5
  - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
  - Climáticos según CEI 60068-2-X
  - Mecánicos según CEI 60255-21-
  - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekorRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

### 8.1.6. Puesta a tierra

#### 8.1.6.1. *Tierra de protección*

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

#### 8.1.6.2. *Tierra de servicio*

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

#### 8.1.7. Instalaciones secundarias

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## *8.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACION*

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

## *8.3. DERIVACIÓN INDIVIDUAL*

### *8.3.1. Descripción General*

La derivación individual se instalará de acuerdo a la Instrucción ITC-BT-15. Partirá desde el equipo de medida, instalado en interior del centro de transformación, enlazando con el cuadro general de baja tensión, mediante canalización subterránea bajo tubo.

La formará una línea trifásica de conductores unipolares con una longitud de aproximadamente 70 metros.

Discurrirán única y exclusivamente la derivación individual, no se aceptará, por tanto la presencia de canalizaciones de agua, gas, telecomunicaciones, etc.

### 8.3.2. Características de los materiales

#### 8.3.2.1. *Canalizaciones y tubo*

Al tratarse de una canalización enterrada, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, las indicadas en la tabla 8 y 9 de la ITC-BT-21.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

Los tramos de derivaciones individuales a los cuadros desde las verticales, discurrirán empotrados en paredes bajo tubo flexible de PVC, y salir a la caja del ICP correspondiente.

Se dejará un tubo de reserva, para futuras ampliaciones.

#### 8.3.2.2. *Conductores*

La derivación individual estará constituida por conductores unipolares aislados de cobre, tipo RZ1K (AS), con tensión asignada 0,6/1 kV, con cubierta tipo XLPE, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Para poder distinguir cada conductor, seguiremos el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

La utilización de conductores unipolares aislados tiene como ventaja la posibilidad de instalar fácilmente en la misma canalización el hilo de mando.

El hilo de mando se utiliza para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas, dicho conductor será de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección y aislante.

En nuestro caso, al tratarse de cables aislados en el interior de tubos enterrados, la derivación individual cumplirá lo indicado en la ITC-BT-07 para redes subterráneas.

#### *8.4. EQUIPOS DE CONEXIÓN DE ENERGÍA REACTIVA*

Junto al centro de transformación, se instalará una batería de condensadores con compensación automática tipo RECTIMAT 2 estándar 400V 50Hz. Compuesta por armario 1, de dimensiones externas (1000x800x500) mm., con interruptor en carga IN 250. Grado protección IP31. La potencia de la batería será de 30 kVAr.

Autotransformador integrado, protección contra contactos directos (puerta abierta).

Cumplimiento con las normas CEI 4391 y UNEEN 60439.

Al existir en la instalación pequeñas fuentes que generan armónicos como son los balastos electrónicos y ordenadores, la tensión de los condensadores estará sobredimensionada a 470 V.

## 9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR

### 9.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

Se encuentra ubicado en la sala de contadores, cerca de la entrada del edificio.

Se situará a una altura medida desde el suelo comprendida entre 1,4 y 2 m, y no pudiendo instalarse en dormitorios, baños, aseos, cocina o terrazas.

Se trata de un armario con puerta, dotada de cerradura en el que se ubican los dispositivos generales de mando y protección. Este armario se ajustará a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con grado de protección mínimo IP-30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Dispondrá de una caja de material aislante, precintable y de dimensiones de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar, y de características y tipo según modelo oficialmente aprobado, para separar el interruptor de control de potencia (ICP) del resto de dispositivos.

Las características de los dispositivos generales de mando y protección, se describen en la ITC-BT-17, y comprenden los siguientes mecanismos:

- Interruptor de control de potencia.
- Un interruptor general automático de corte omnipolar de accionamiento manual.
- Un interruptor diferencial general como mínimo, destinado a la protección contra contactos indirectos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores del edificio.

Además se incluirán dos tomas de corriente, una monofásica y otra trifásica para posibles emergencias.

El cableado del cuadro se realiza con cable no propagador de llama con baja emisión de humos y opacidad reducida, tipos ES07Z1-K y RZ1-K.

### *9.2.LINEAS DE ALIMENTACION SECUNDARIAS Y CIRCUITOS INTERIORES*

Estas líneas son las que alimentan los cuadros auxiliares, son líneas trifásicas que están formadas por tanto, por tres conductores de fase, un conductor de neutro y el conductor de protección, cuyos colores de identificación seguirán el código establecido en la ITC-BT-19.

Se realizaran por el falso techo, dentro del edificio de oficinas para posteriormente ir alojadas en bandeja por el edificio de taller hasta localizar sus respectivos cuadros, .

El cableado desde el cuadro general de distribución al cuadro secundario se realizará con cable 0,6/1 kV de tensión de trabajo, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina ignífuga designación RZ1K (AS), del tipo no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 211234,5.

Como regla general, el cableado desde los Cuadros a cada uno de los puntos de consumo de alumbrado y receptores de otros usos se realizará con cable 450/750 V de tensión de trabajo, aislamiento termoplástico de poliolefina ignífuga designación ES07Z1K (AS), cuyas características viene especificadas en la UNE 211002, ó con cable 0,6/1 KV de tensión de trabajo, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina ignífuga designación RZ1K (AS) , del tipo no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Para los receptores de alumbrado, otros usos y fuerza de servicios de seguridad no autónomos o circuitos con fuentes autónomas centralizadas tales como central de detección de incendios, grupo contra incendios, centralita

telefónica, central intrusión, rack voz y datos, terminal control de presencia, central detección CO, etc. se empleará cable 0,6/1 KV de tensión de trabajo, aislamiento especial de silicona y cubierta termoplástico de poliolefina ignífuga designación SZ1K (AS+), del tipo no propagadores del incendio con emisión de humos, opacidad reducida y resistencia al fuego categoría PH 90, cuyas características vienen especificadas en la UNEEN 211234,5 y UNE EN 50200.

Los cables tienen el aislamiento o cubierta de color verde (AS) ó naranja (AS+), todos iguales.

Los conductores se marcarán con la letra de fase y circuito, tanto a la entrada, como a la salida de los interruptores automáticos de cualquier aparato de corte, y en las cajas de conexión.

La distribución se efectuará en el interior de tubos protectores dispuestos superficialmente, enterrados, empotrados o en bandeja.

Para canalizaciones empotradas se empleará el tubo flexible LHC libre de halógenos, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 5008622.

Para canalizaciones en superficie se empleará el tubo rígido blindado enchufable con manguito LHR libre de halógenos, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 5008621.

Para canalizaciones en la zona de taller se empleará tubo rígido de acero enchufable, galvanizado interior y exterior.

La bandeja empleada en canalizaciones vistas y canalizaciones por falso techo se realizará con bandeja de chapa de acero galvanizada en caliente perforada con tapa.

### *9.3. CUADROS AUXILIARES*

En el edificio se encuentra un cuadro secundario situado en el taller, próximo a los servicios que alimentan, según se detalla en los Planos y Mediciones del presente Proyecto.

Cumplirán con los mismos requisitos expuestos para el CGD.

## 10. ILUMINARIA

### 10.1. ILUMINARIA INTERIOR Y EXTERIOR

El estudio de iluminación, se ha realizado teniendo en cuenta el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por lo que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (anexo IV) y de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo (artículo 8).

Se tendrá en cuenta también la UNE-EN 12464-1, para iluminación interior y la UNE-EN 12464-2, para iluminación exterior.

Los aparatos de alumbrado a utilizar serán de lámparas fluorescentes preferentemente, para los locales y vías de evacuación, con portalámparas de seguridad, equipo electromagnético, envolvente y difusor, conectándose la carcasa mediante conductor de protección a la red de tierra equipotencial de la instalación.

Para el encendido de los aparatos de alumbrado, se utilizarán interruptores calibrados a 1,8 veces (ITC-BT-44) como mínimo la carga prevista en cada circuito estando protegidos éstos si fuese necesario, con cortacircuitos fusibles de calibre no superior a la intensidad admisible en los conductores de alimentación.

Las derivaciones de alimentación a los receptores de alumbrado, se realizarán directamente e independiente a cada receptor, desde las cajas de derivación más próximas, mediante cable tipo manguera y clavija con sujeción a las carcasas del receptor mediante elementos roscados que aseguran una firme conexión mecánica, con aislamiento para una tensión de servicio de 0,75 kV., borna de conexión sujeta a la carcasa del receptor hasta el receptor, asegurándose en ambos puntos la conexión mecánica mediante racores adecuados.

Podemos ver los equipos elegidos en el apartado cálculos, y su distribución

en planta en el apartado planos.

## *10.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN*

Se han dispuesto una serie de aparatos de alumbrado de emergencia y señalización para garantizar una rápida y ordenada evacuación en los casos en que se requiera, y para garantizar una señalización suficiente para los casos de corte del suministro eléctrico.

A través de los cuadros de distribución, parten los circuitos, en canalizaciones independientes a las de suministro normal, según se detalla en planos de instalaciones, alimentado en el caso del Alumbrado de emergencia a los receptores de alumbrado situados en pasillos y vestíbulos.

Para el alumbrado de señalización, alimentado por los mismos circuitos correspondientes a los de emergencia, se disponen plafones con rótulos indicativos de señalización de las vías de evacuación.

Todos los equipos de arranque de las lámparas correspondientes a estos alumbrados, serán del tipo "electrónico".

Para la disposición de los circuitos de alimentación se cumple el apartado 2,4 de la MIE.BT025 de forma tal que un mismo circuito no alimente más de 12 puntos de luz, y de tal forma que en una misma dependencia o local en la que existan varios puntos de luz, estos estarán alimentados al menos por 2 circuitos independientes.

En los planos correspondientes pueden observarse la ubicación de estos aparatos autónomos de emergencia y señalización.

## 11. PROTECCIONES

### 11.1. *PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES*

Todos los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades que pueden aparecer en un circuito, por lo que la interrupción se debe realizar en un tiempo conveniente, o bien, el circuito estará dimensionado para las sobreintensidades previstas tal como se explica en el REBT en la ITC-BT-22.

Las sobreintensidades se pueden producir por los siguientes motivos:

- Por sobrecarga debida a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Por cortocircuito
- Por descarga eléctrica atmosférica

### 11.2. *PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES*

Las sobretensiones transitorias son transmitidas por las redes de distribución.

Las sobretensiones tienen origen, normalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, de conmutación de redes, y por defecto de las redes. Tal como se explica en el REBT en la ITC-BT-23.

Para hacer frente a estas sobretensiones transitorias se utiliza descargadores a tierra o líneas de toma de tierra.

En el presente proyecto, no se instalaran.

### 11.3. *PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS*

En la ITC-BT-24 del REBT se describen las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales.

#### 11.3.1. Contactos Directos

Los contactos directos ocurren cuando una persona entra en contacto con la parte activa de algún material o equipo eléctrico de la instalación.

Los medios que se van a utilizar para proteger contra estos contactos son las siguientes:

- Protecciones por aislamiento de las partes activas.
- Protección mediante barreras o envoltorios.
- Protección mediante obstáculos que dificulten el acceso a las partes activas, o no
- poner partes activas al alcance de las personas.
- Protección complementaria para dispositivos de corriente diferencial residual.

#### 11.3.2. Contactos Indirectos

Los contactos indirectos ocurren cuando una persona entra en contacto con la masa, de toma a tierra, accidentalmente con una tensión.

Para evitar los contactos indirectos habrá que instalar un aparato o dispositivo que desconecte, o abra el circuito, cuando exista un contacto indirecto. Estos dispositivos son los interruptores diferenciales, que cuando detecta una fuga de corriente provoca la abertura del circuito

Santander, Junio de 2013

El Ingeniero Técnico:

Fdo. Hugo Fernández Cagigas

## **DOCUMENTO N°2: ANEXOS CALCULOS**

1.	Cálculo del CT.....	55
1.1.	Intensidad de Media Tensión .....	55
1.2.	Intensidad de Baja Tensión .....	55
1.3.	Cortocircuitos .....	56
1.3.1.	Observaciones .....	56
1.3.2.	Cálculo de las intensidades de cortocircuito .....	56
1.3.3.	Cortocircuito en el lado de Media Tensión .....	57
1.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	57
2.	Dimensionado del embarrado.....	58
2.1.	Comprobación por densidad de corriente.....	58
2.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	58
2.3.	Comprobación por sollicitación térmica .....	59
3.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos .....	59
3.1.	Transformador.....	59
4.	Dimensionado de los puentes de MT.....	60
4.1.	Transformador.....	60
5.	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación. ....	60
6.	Dimensionado del pozo apagafuegos .....	61
7.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra .....	61
7.1.	Investigación de las características del suelo.....	61
7.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. ....	61
7.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra .....	62
7.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra .....	62
7.5.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación .....	66
7.6.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	67

7.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas .....	68
7.8.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior .....	70
7.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial .....	72
8.	Cálculo de las secciones .....	72
8.1.	Derivación individual.....	72
8.2.	Circuitos interiores y líneas de alimentación secundarias .....	74
8.2.1.	Línea de alimentación secundaria al C.S.1 .....	76
8.2.2.	Circuito interior 1 .....	77
9.	Desglose de circuitos.....	79
9.1.	Cuadro general de distribución (C.G.D.) .....	79
9.2.	Cuadro secundario .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
10.	Cálculo luminotecnico.....	81
10.1.	Luminaria interior.....	81
10.1.1.	Taller .....	82
10.1.2.	Almacén.....	84
10.1.3.	Recepción .....	86
10.1.4.	Sala de Contadores.....	88
10.1.5.	Vestuario.....	90
10.1.6.	Oficinas.....	93
10.1.7.	Archivo .....	95
10.1.8.	Sala .....	<b>¡Error! Marcador no definido.7</b>
10.1.9.	Aseo I .....	99
10.1.10.	Aseo II.....	101
10.2.	Luminaria exterior .....	103
10.2.1.	Características de la luminaria .....	103
10.3.	Luminaria de emergencia.....	104
11.	Cálculo de las protecciones .....	106

---

11.1.	Protección contra sobreintensidades .....	106
11.1.1.	CGD .....	107
11.1.2.	C.S.....	107
11.2.	Protección contra contactos directos e indirectos.....	108
11.2.1.	Interruptores diferenciales .....	108
11.2.2.	Instalación de tierras.....	109
12.	Cálculo del equipo de compensación de energía reactiva .....	112

## 1. CALCULO DEL CT

### 1.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

$U_p$  tensión primaria [kV]

$I_p$  intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 12 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA.

$$\cdot I_p = 12 \text{ A}$$

### 1.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

- P potencia del transformador [kVA]
- $U_s$  tensión en el secundario [kV]
- $I_s$  intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 343,7 \text{ A.}$$

### 1.3. CORTOCIRCUITOS

#### 1.3.1. Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

#### 1.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

- $S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- $U_p$  tensión de servicio [kV]
- $I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

- P      potencia de transformador [kVA]
- E<sub>cc</sub>    tensión de cortocircuito del transformador [%]
- U<sub>s</sub>    tensión en el secundario [V]
- I<sub>ccs</sub>    corriente de cortocircuito [kA]

### 1.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 332,6 MVA y la tensión de servicio 12 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$\cdot I_{ccp} = 16 \text{ kA}$$

### 1.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 8,6 \text{ kA}$$

## 2. *DIMENSIONADO DEL EMBARRADO*

Las celdas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### 2.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

### 2.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$\cdot I_{cc}(\text{din}) = 40 \text{ kA}$$

### 2.3. Comprobación por solicitud térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$\cdot I_{cc(ter)} = 16 \text{ kA.}$$

## *3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS*

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

### 3.1. Transformador

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

#### 4. *DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT*

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

##### 4.1. *Transformador*

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 12 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

#### 5. *DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.*

***Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.***

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

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

## 6. *DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS*

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## 7. *CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA*

### 7.1. *Investigación de las características del suelo*

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

### 7.2. *Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.*

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### 7.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 7.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 12 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 1000 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 6000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

$I_{dm}$  limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 1000 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 6 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

$R_t$       resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $K_r$       coeficiente del electrodo

- Resumen

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,04$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-50/8/88
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x5.0 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Número de picas: ocho

- Longitud de las picas: 8 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,04$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0055$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,012$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

- $K_r$  coeficiente del electrodo
- $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 6 \text{ Ohm}$

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

- $I'_d = 1000 \text{ A}$

### 7.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

$R'_t$     resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I'_d$     intensidad de defecto [A]

$V'_d$     tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

- $V'_d = 6000 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

- $K_c$      coeficiente
- $R_o$      resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $I'_d$      intensidad de defecto [A]
- $V'_c$      tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_c = 1800 \text{ V}$$

### 7.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

$K_p$	coeficiente
$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$I'_d$	intensidad de defecto [A]
$V'_p$	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 825$  V en el Centro de Transformación

### 7.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7$  seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

$K$	coeficiente
$t$	tiempo total de duración de la falta [s]
$n$	coeficiente
$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$V_p$	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K      coeficiente

t      tiempo total de duración de la falta [s]

n      coeficiente

R<sub>o</sub>    resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'<sub>o</sub>    resistividad del hormigón en [Ohm·m]

V<sub>p(acc)</sub> tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 825 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_{p(acc)} = 1800 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 6000 \text{ V} < V_{bt} = 6000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1000 \text{ A} < I_{dm} = 1000 \text{ A}$$

### 7.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$  intensidad de defecto [A]

$D$  distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 23,87 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

### 7.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

## **8. CALCULO DE LAS SECCIONES**

### *8.1. DERIVACIÓN INDIVIDUAL*

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

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

Se dimensionara la sección del conductor para la máxima potencia que se puede llegar a alcanzar. Dicha potencia es de 253,453 kW.

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

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible y de la sección del conductor a emplear, se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \qquad I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

$S_{ct}$  = Sección por caída de tensión

P = Potencia demandada prevista (W)

L = Longitud del circuito (m)

$\sigma$  =conductividad a la Tª máxima del cobre en servicio permanente para XLPE

$I_c$  = Intensidad de cortocircuito

e = máxima caída de tensión (V)

U = tensión de la línea (V)

$\cos \varphi$  = factor de potencia de la carga

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot \frac{e(\%) \cdot U}{100} \cdot U} = \frac{253.453,40 \cdot 70}{44 \cdot \frac{1,5 \cdot 400}{100} \cdot 400} = 168,009 \text{ mm}^2$$

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{253.453,40}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 406,476 \text{ A}$$

Con los datos calculados, en la tabla 5 del apartado 3.1.2 de la ITC-BT-07, obtenemos una derivación individual con una sección de 240mm<sup>2</sup> y una intensidad máxima admisible de 550 A. Esta elección cumple los criterios de asignación de sección de un conductor que establece que  $I_c \leq I_N \leq I_{adm}$  y en nuestro caso nos queda:

$$406,476 \leq 500 \text{ A} \leq 550 \text{ A}$$

Donde:

$I_c$ : Intensidad de cortocircuito

$I_N$ : Intensidad nominal de la protección (PIA).

$I_{adm}$ : Intensidad máxima admisible.

Para la elección del conductor de neutro, iremos a la tabla 1 de la ITC-BT-07, resultando un conductor de sección  $120 \text{ mm}^2$ .

El diámetro del tubo será de 225 mm, según tabla 9 de la ITC-BT-21

## 8.2. CIRCUITOS INTERIORES Y LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN SECUNDARIAS

La sección de los conductores a utilizar se determinará de manera que la caída de tensión entre el origen de la instalación, CGD, y cualquier punto de utilización, sea menor del 5% para la instalación de fuerza y del 3% para la del alumbrado, tal y como se indica en la ITC-BT-19.

Como criterio de diseño se concreta dejar un 1% de caída de tensión máxima para las líneas de alimentación secundarias, quedando una caída de tensión del 2% para los circuitos interiores de iluminación y del 4% para los circuitos interiores de fuerza.

Además se establece un factor de simultaneidad para cada cuadro secundario, dependiendo del número de circuitos a los que se alimente.

- De 2 a 3 circuitos un factor de simultaneidad de 0,9
- De 4 a 5 circuitos un factor de simultaneidad de 0,8
- De 6 a 9 circuitos un factor de simultaneidad de 0,7
- Mas de 10 circuitos un factor de simultaneidad de 0,6

La alimentación será trifásica, 400V entre fases y 230V entre fase y neutro, para las líneas de alimentación secundarias, mientras que, para los circuitos interiores, destinados a alimentar los distintos receptores, será monofásica, 230V, exceptuando las tomas de corriente trifásica.

Se tendrá en cuenta, para el cálculo de los conductores de lámparas de descarga, un factor de arranque 1,8, mientras que para los conductores que alimentan motores se tomara 1,25.

Se consideran para cada circuito la potencia total instalada, aplicando para los receptores con equipos de arranques, el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44, Apartado 3) a la potencia neta de éstos y para el caso de que los receptores sean motores, el coeficiente será de 1,25 (ITC-BT-47, Apartado 3) sobre la potencia neta de los receptores.

Para realizar el cálculo de la sección de los conductores, así como, las intensidades máximas admisibles para cada circuito se han empleado las siguientes formulas, dependiendo de la alimentación:

Sistemas trifásico:

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \qquad I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Sistemas monofásicos:

$$S_{ct} = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \qquad I_c = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

$S_{ct}$  = Sección por caída de tensión

$P$  = Potencia demandada prevista (W)

$L$  = Longitud del circuito (m)

$\sigma$  = conductividad a la Tª máxima del cobre en servicio permanente para XLPE

$I_c$  = Intensidad de cortocircuito

$e$  = máxima caída de tensión (V)

$U$  = tensión de la línea (V)

$\cos \varphi$  = factor de potencia de la carga

Se calculara una línea de alimentación secundaria y uno de los circuitos interiores, como ejemplos, para ver la diferencia entre la línea trifásica y monofásica.

### 8.2.1. Línea de alimentación del Cuadro Secundario

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot \frac{e(\%)}{100} \cdot U} = \frac{229800 \cdot 20}{44 \cdot \frac{1 \cdot 400}{100} \cdot 400} = 65,284 \text{ mm}^2$$

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{229800}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,841} = 394,397 \text{ A}$$

Determinadas la intensidad del circuito y la sección por caída de tensión, pero considerando el caso más desfavorable en cuanto a que el cable esté a su temperatura máxima admisible en servicio permanente, según la tabla 1 de la ITC-BT-19 y conociendo que las líneas de alimentación secundaria, discurrirán por falso techo y en bandejas, coincidiendo ambos tipos de instalaciones B1 y C respectivamente, para el tipo XLPE, tendremos una sección de 240 mm<sup>2</sup> y una intensidad máxima admisible de 455 A .

Esta elección cumple los criterios de asignación de sección de un conductor que establece que  $I_C \leq I_N \leq I_{adm}$  y en nuestro caso nos queda:

$$394,397A \leq 400 A \leq 455 A$$

El conductor de protección se calculara según lo establecido en la tabla 2 de la de la ITC-BT-19, resultando un conductor de sección  $120 \text{ mm}^2$ .

Para el conductor de neutro se seguirá lo establecido en la tabla 1 de la ITC-BT-07, obteniendo un conductor de sección  $120 \text{ mm}^2$

El diámetro del tubo será de 225 mm, según tabla 9 de la ITC-BT-21.

### 8.2.2. Circuito interior 1

Este circuito corresponde con el alumbrado de los vestuarios y los aseos, alimentado a través del C.G.

$$S_{ct} = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot \frac{e(\%) \cdot U}{100} \cdot U} = \frac{2 \cdot 446 \cdot 35}{44 \cdot \frac{2 \cdot 230}{100} \cdot 230} = 0,671 \text{ mm}^2$$

$$I_c = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{446}{230 \cdot 0,9} = 0,145 A$$

Como en el caso anterior, con los datos obtenidos y con la tabla de la ITC-BT-19 para el mismo tipo de instalación, tipo B1 y C, se obtendrá una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  y una intensidad máxima admisible de 18A, cumpliéndose  $I_C \leq I_N \leq I_{adm}$ .

$$0,145 A \leq 10 A \leq 18 A$$

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

El conductor de protección se calculara según lo establecido en la tabla 2 de la de la ITC-BT-19, resultando un conductor de sección 1,5 mm<sup>2</sup>.

El tubo será elegido acorde a lo establecido en la tabla 5 en la ITC-BT-21 obteniendo un tubo de 16 mm de diámetro.



9.2. CUADRO SECUNDARIO

Nº Circuito	Circuito	Longitud (m)	$\sigma$ (x/pe)	Tensión (V)	cdt (%)	fdp	Angulo	P (W)	Q (Var)	$i_{cans}$ (A)	LA (A)	Sct (mm <sup>2</sup> )	Sección Final	Intensidad (A)	Neutro (mm <sup>2</sup> )	Tierra (mm <sup>2</sup> )	Tubo (mm <sup>2</sup> )	
11	Máquina 1 Torno	30	44	400	5	0,84	32,86	58.000,00	37.464,30	99,66	125	0,049	35	131	16	16	40	
12	Máquina 2 Torno	45	44	400	5	0,84	32,86	45.000,00	29.067,13	77,33	100	0,058	25	106	16	16	40	
13	Máquina 3 Torno	50	44	400	5	0,84	32,86	55.000,00	35.526,49	94,51	100	0,078	25	106	16	16	40	
14	Máquina 4 Mandrilladora	10	44	400	5	0,84	32,86	11.000,00	7.105,30	18,90	20	0,003	6	44	6	6	20	
15	Máquina 5 Mandrilladora	8	44	400	5	0,84	32,86	37.000,00	23.899,64	63,58	80	0,008	16	80	16	16	32	
16	Máquina 6 Fresadora	60	44	400	5	0,84	32,86	7.500,00	4.844,52	12,89	16	0,013	6	44	6	6	20	
17	Máquina 7 Fresadora	65	44	400	5	0,84	32,86	1.500,00	968,90	2,58	10	0,003	6	44	6	6	20	
18	Máquina 8 Puente grúa	30	44	400	5	0,85	31,79	14.800,00	9.172,22	25,13	32	0,013	6	44	6	6	20	
						Total	32,79	229.800,00	148.048,50									

## 10. CALCULO LUMINOTECNICO

Para el cálculo luminotécnico se ha seguido, en todo momento, lo establecido en la ITC-BT-44, en la UNE-EN 12464-1 y en la UNE-EN 12464-2.

El proceso utilizado para el cálculo del sistema de iluminación será determinar para cada zona el nivel de iluminación, el índice de deslumbramiento, el índice de rendimiento de color de las fuentes de luz y el plano de trabajo.

Se tomara la zona de cálculo, plano útil, a una altura de 0.850 m.

Se estima un factor de mantenimiento de 0,80.

Todas las luminarias deberán tener el grado de protección exigido según la zona donde se vayan a instalar.

### 10.1. LUMINARIA INTERIOR

Se utilizaran tres tipos de luminarias para la iluminación interior de la nave.

Para iluminar la zona de taller de la nave, que tienen una altura elevada, se utilizarán las luminarias tipo IM4-DL, con lámparas de halogenuros metálicos. La potencia de las lámparas será de 400 W. Este tipo de lámparas tiene una reproducción del color adecuado para una visión confortable, un elevado rendimiento luminoso y una larga vida media.

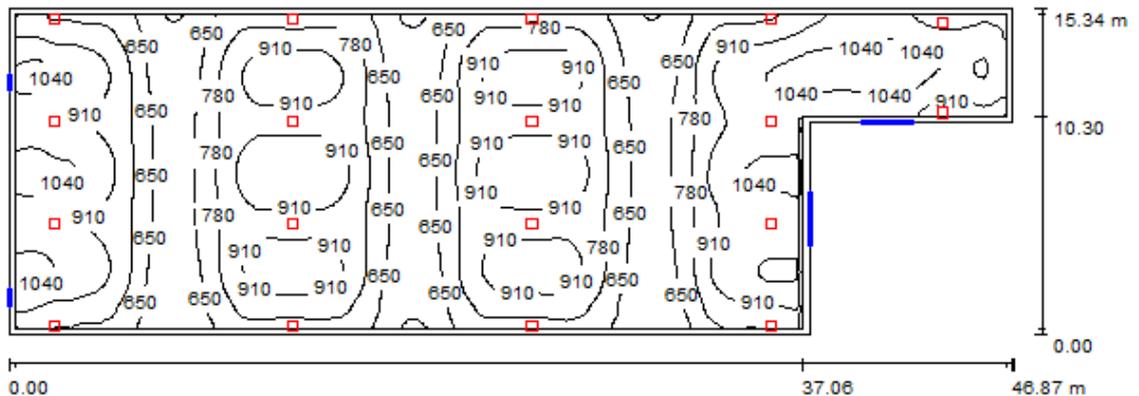
Las luminarias integran en su interior todo el equipo de arrancada y de compensación del factor de potencia.

Para el almacén, la recepción, la sala de contadores, el vestuario, la oficina, el archivo y la sala se utilizaran las luminarias de tipo Laika 214-IEK-X-EL, una luminaria funcional de montaje empotrado para 2 lámparas fluorescentes FD de 36W. Dispone de una amplia variedad de ópticas, así como de un cierre prismático. La óptica se acopla a la carcasa por medio de unos clips que simplifican la

instalación y el mantenimiento. Un sistema de conexión externo permite realizar la conexión eléctrica sin abrir la luminaria. La luminaria estándar se adapta a los techos de perfil visto y, con accesorios, a techos de perfil oculto y de escayola (solo para versiones cuadradas).

Para los aseos se ha optado por luminarias del tipo Downlight, modelo Star 96126EL+V-90003M. Compactos y de alta calidad de materiales y diseño técnico avanzado, en los que se incorporan detalles de innovación destinados a conseguir una mayor eficacia en la instalación y una mejor eficiencia lumínica, optimizando los tiempos de montaje, los sistemas de cambio de lámparas y accesorios, optimizando al máximo las prestaciones luminotécnicas de cada óptica y fuente de luz, reducido al máximo las pérdidas de luz en la luminaria. es un tipo de luminaria empotrada en el techo con lámparas compactas fluorescentes PL-C, con clips para una instalación rápida y sencilla y que dirige el flujo luminoso hacia abajo, con bombillas de bajo consumo de 26 W. Se suministra en kits listos para instalar que incluyen lámparas, cristal y cajas porta equipos independientes preconnectadas. Los modelos redondos están disponibles con cristal transparente y con cristal mate.

10.1.1. Taller



Resumen TALLER

Altura del local: 6,130m      Altura de montaje: 6,130 m      Factor de Mantenimiento: 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	825	498	1104	0,604
Suelo	20	784	597	1033	0,761

Techo	70	193	134	398	0,694
				2074	
Paredes	50	532	142	1	/

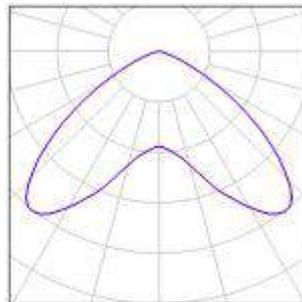
**Plano útil:**

Altura: 0,850 m  
 128x12 Punto  
 Trama: 8 s  
 Zona marginal: 0,300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
18	IM4-DL	45227	55500	400
Total:		814086	999000	7200

Valor de la eficiencia energética: 11,54  $W/m^2$  = 1,40  $W/m^2/100 lx$  (Base: 623,89m<sup>2</sup>)



**Resultados Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 81408 6 lm  
 Potencia total: 7200 W  
 Factor de mantenimiento: 0,80  
 Zona marginal: 0,300 m

Superficie	Intensidades lumínicas	Grado de Densidad lumínica
------------	------------------------	----------------------------

	medias [lx]			reflexión [%]	media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirec cta	Total		
Plano útil	647	178	825	20	/
Suelo	604	180	784	70	50
Techo	0,09	193	193,0	9	50
Pared 1	337	176	513	50	82
Pared 2	432	197	629	50	100
Pared 3	388	200	588	50	94
Pared 4	164	224	388	50	62
Pared 5	342	172	514	50	82
Pared 6	390	199	589	50	94

Simetrías en el plano

útil

$E_{min}$  [lx]/ $E_m$

[lx]: 0,604

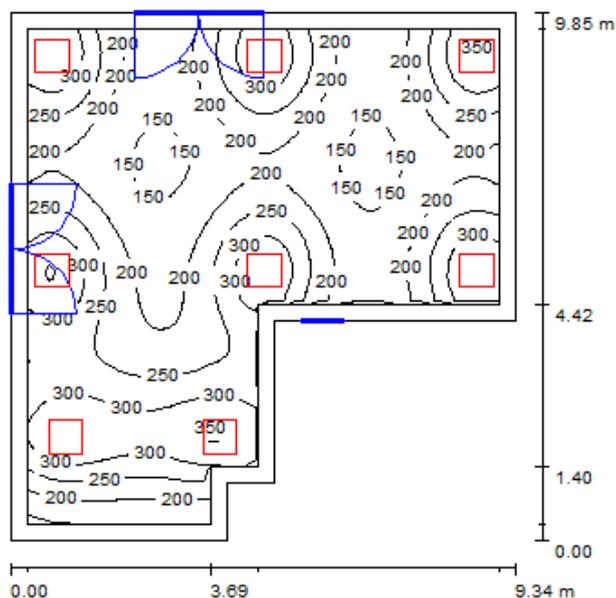
$E_{min}$

[lx]/ $E_{max}$

[lx]: 0,451

Valor de la eficiencia energética:  $11,54 \text{ W/m}^2 = 1,40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $623,89\text{m}^2$ )

### 10.1.2. Almacén



**Resumen ALMACEN**

Altura del local: 3,040 m      Altura de montaje: de 3,040 m      Factor de Mantenimiento: de 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	268	145	468	0,541
Suelo	20	237	149	329	0,629
Techo	70	58	32	107	0,552
Paredes	50	158	47	687	/

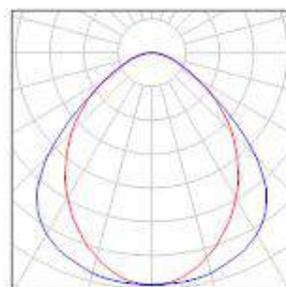
**Plano útil:**

Altura: 0,850 m  
 Trama: 64x64 s  
 Zona marginal: 0,200 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
8	214-IEK-X-EL (1,000)	3287	5400	18
Total:		26296	43200	144

Valor de la eficiencia energética: 2,32  $W/m^2$  = 0,87  $W/m^2/100 lx$  (Base: 62,01 $m^2$ )



**Resultados Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 26296 lm  
 Potencia total: 144 W  
 Factor de mantenimiento: de 0,8  
 Zona marginal: 0,200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
Plano útil	210	58	268	/	/
Suelo	177	60	237	20	15
Techo	0,01	58	58,01	70	13
Pared 1	81	57	138	50	22
Pared 2	130	60	190	50	30
Pared 3	108	65	173	50	28
Pared 4	106	71	177	50	28
Pared 5	65	55	120	50	19
Pared 6	105	53	158	50	25

Simetrías en el plano útil

$E_{min} [lx]/E_m$

[lx]: 0,541

$E_{min} [lx]/E_{max}$

[lx]: 0,310

Valor de la eficiencia energética:

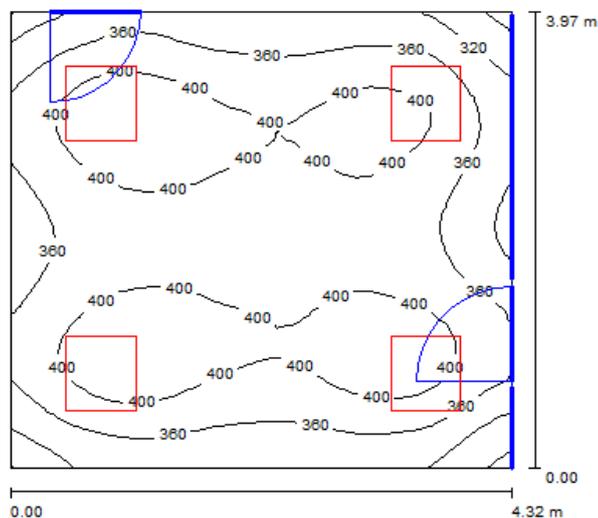
2,32

W/m<sup>2</sup>= 0,87

W/m<sup>2</sup>/100 lx

(Base: 62,01m<sup>2</sup>)

### 10.1.3. Recepción



**Resumen RECEPCION**

Altura del local: 3,040 m      Altura de montaje: de 3,040 m      Factor de Mantenimiento: de 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	397	302	453	0,761
Suelo	20	326	238	367	0,730
Techo	70	88	16	111	0,182
Paredes	50	222	83	553	/

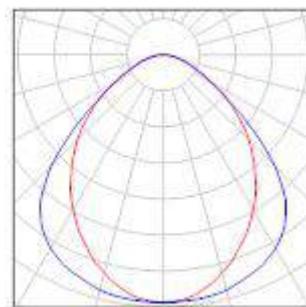
**Plano útil:**

Altura: 0,850 m  
 Trama: 32x32 s  
 Zona marginal: 0,000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
4	214-IEK-X-EL (1,000)	3287	5400	18
Total:		13148	21600	72

Valor de la eficiencia energética: 4,20  $W/m^2$  = 1,06  $W/m^2/100 lx$  (Base: 17,13 $m^2$ )



**Resultados Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 13148 lm  
 Potencia total: 72 W  
 Factor de 0,8

mantenimiento:

Zona marginal: 0,000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad de lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
Plano útil	294	103	397	/	/
Suelo	225	100	325	20	21
Techo	0,01	88	88,01	70	20
Pared 1	121	93	214	50	34
Pared 2	141	87	228	50	36
Pared 3	124	93	217	50	35
Pared 4	141	91	232	50	37

Simetrías en el plano

útil

$E_{min} [lx]/E_m$

[lx]: 0,761

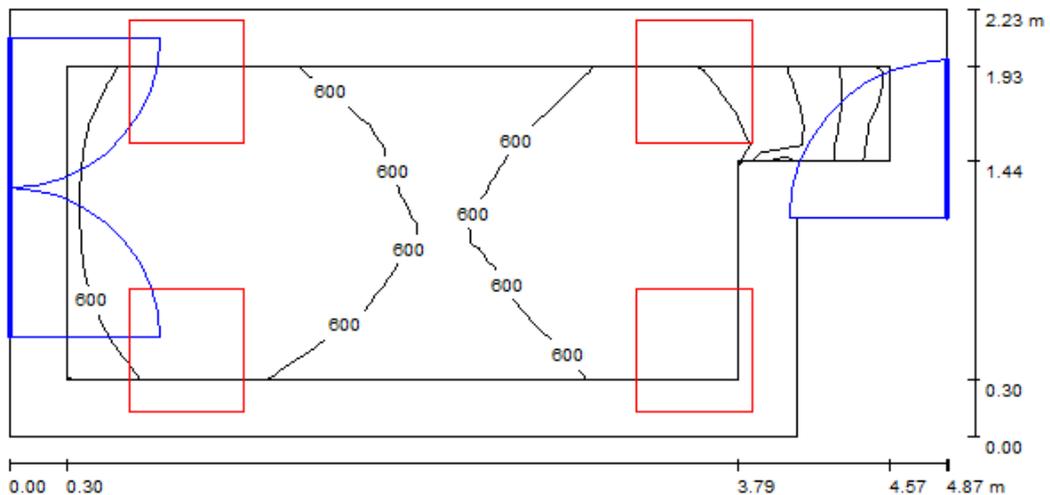
$E_{min}$

[lx]/ $E_{max}$

[lx]: 0,667

Valor de la eficiencia energética:  $4,20 \text{ W/m}^2 = 1,06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $17,13 \text{ m}^2$ )

10.1.4. *Sala de Contadores*



**Resumen Sala Contador**

Altura del local: 3,314 m      Altura de montaje: de 2,800 m      Factor de Mantenimiento: de 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	610	380	662	0,623
Suelo	20	431	231	498	0,536
Techo	70	92	63	123	0,685
Paredes	50	265	60	1641	/

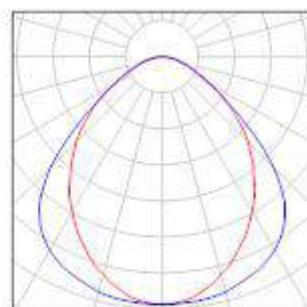
**Plano útil:**

Altura: 0,850 m  
 Trama: 16x32 s  
 Zona marginal: 0,300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
4	214-IEK-X-EL (1,000)	3287	5400	18
Total:		13148	21600	72

Valor de la eficiencia energética: 7,23  $W/m^2$  = 1,18  $W/m^2/100\text{ lx}$  (Base: 9,96  $m^2$ )



**Resultados Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 13148 lm  
 Potencia total: 72 W  
 Factor de mantenimiento: de 0,80

Zona marginal: 0,300 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
Plano útil	474	136	610	/	/
Suelo	308	123	431	20	27
Techo	0	92	92	70	21
Pared 1	172	119	291	50	46
Pared 2	221	124	345	50	55
Pared 3	58	104	162	50	26
Pared 4	62	93	155	50	25
Pared 5	166	110	276	50	44
Pared 6	125	115	240	50	38

Simetrías en el plano útil

$E_{min} [lx]/E_m$

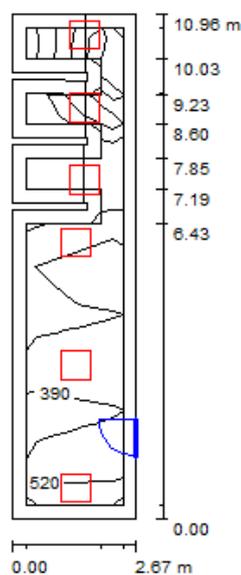
[lx]: 0,623

$E_{min} [lx]/E_{max}$

[lx]: 0,574

Valor de la eficiencia energética: 7,23 W/m<sup>2</sup>= 1,18 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 9,96 m<sup>2</sup>)

### 10.1.5. Vestuario



**Resumen VESTUARIO**

Altura del local: 2,300 m      Altura de montaje: 2,300 m      Factor de Mantenimiento: 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	572	302	978	0,528
Suelo	20	457	36	718	/
Techo	70	182	39	424	0,214
Paredes	90	314	138	1458	/

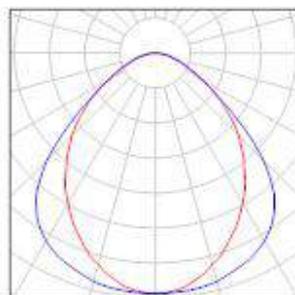
**Plano útil:**

Altura: 0,850 m  
 Punto  
 Trama: 2x10 s  
 Zona marginal: 0,300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
6	214-IEK-X-EL (1,000)	3287	5400	18,0
Total:		19722	32400	108

Valor de la eficiencia energética: 3,79  $W/m^2$  = 0,64  $W/m^2/100 lx$  (Base: 28,51 $m^2$ )



**Resultados Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 19722 lm  
 108,0 W  
 Potencia total: 0 W  
 Factor de mantenimiento: 0,80  
 Zona marginal: 0,300 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
	Plano útil	392	180		
Suelo	254	204	458	70	29
Techo	0	182	182	90	41
Pared 1	75	154	229	90	65
Pared 2	134	152	286	90	82
Pared 3	113	186	299	90	86
Pared 4	168	269	437	90	125
Pared 5	55	278	333	90	95
Pared 6	106	293	399	90	114
Pared 7	31	276	307	90	88
Pared 8	127	247	374	90	107
Pared 9	56	250	372	90	88
Pared 10	122	262	291	90	110
Pared 11	29	254	363	90	81
Pared 12	109	247	302	90	102
Pared 13	55	244	385	90	86
Pared 14	141	248	279	90	11
Pared 15	31	223	369	90	73
Pared 16	146	157	302	90	87

Simetrías en el plano

útil

$E_{min} \quad [lx]/E_m$

[lx]: 0,528

$E_{min} \quad [lx]/E_{max}$

[lx]: 0,309

Valor de la eficiencia energética:

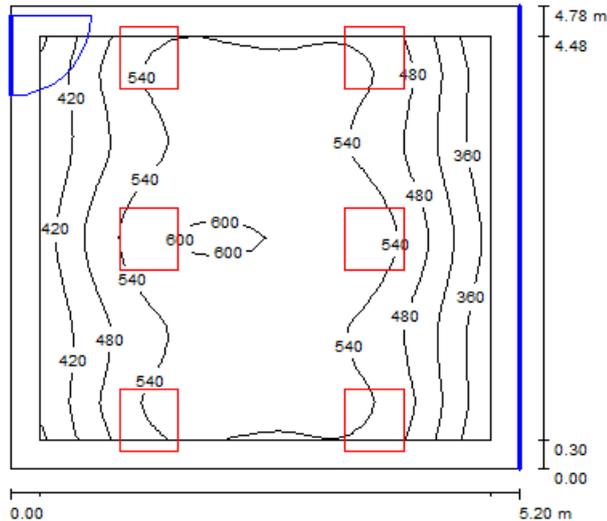
3,79

W/m<sup>2</sup>= 0,64

W/m<sup>2</sup>/100 lx

(Base: 28,51m<sup>2</sup>)

10.1.6. Oficinas



**Resumen OFICINAS**

Altura del local: 3,314 m    Altura de montaje: 2,800 m    Factor de Mantenimiento: 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	506	311	608	0,615
Suelo	20	396	255	502	0,644
Techo	70	70	51	89	0,729
Paredes	50	185	51	949	/

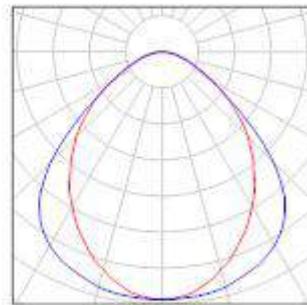
**Plano útil:**

Altura: 0,85 m  
 Trama: 32x32 s  
 Zona marginal: 0,300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
6	214-IEK-X-EL (1,000)	3287	5400	18
Total:		19722	32400	108

Valor de la eficiencia energética: 4,35  $W/m^2$  = 0,86  $W/m^2/100\text{ lx}$  (Base: 24,84  $m^2$ )



**Resultados  
Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 19722 lm  
 Potencia total: 108 W  
 Factor de mantenimiento: 0,80  
 Zona marginal: 0,300 m

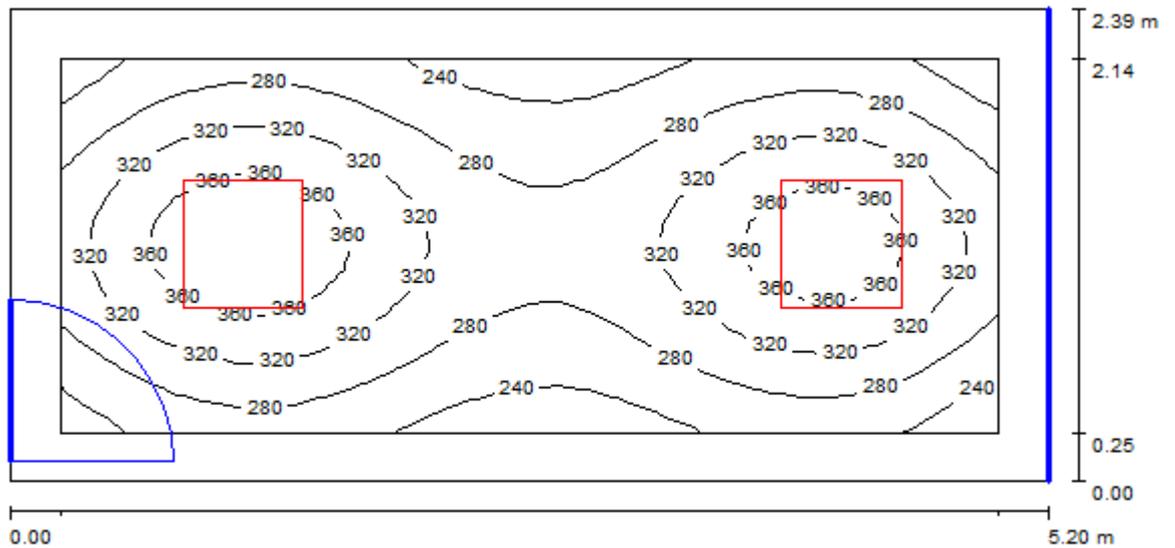
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
Plano útil	435	71	506	/	/
Suelo	317	79	396	20	25
Techo	0	70	70	70	16
Pared 1	142	72	214	50	34
Pared 2	68	75	143	50	23
Pared 3	140	70	210	50	33
Pared 4	95	75	170	50	27

Simetrías en el plano útil

$E_{min} [lx]/E_m$   
 [lx]: 0,615  
 $E_{min} [lx]/E_{max}$   
 [lx]: 0,512

Valor de la eficiencia energética: 4,35 W/m<sup>2</sup>= 0,86 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 24,84m<sup>2</sup>)

10.1.7. Archivo



**Resumen ARCHIVO**

Altura del local: 3,314m      Altura de montaje: 2,800 m      Factor de Mantenimiento: 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	300	210	396	0,700
Suelo	20	208	149	249	0,716
Techo	70	37	28	45	0,757
Paredes	50	104	27	245	/

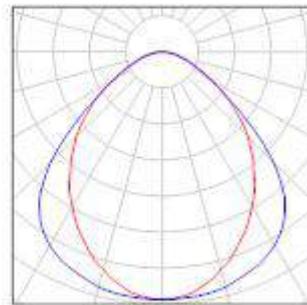
**Plano útil:**

Altura: 0,85 m  
 Punto  
 Trama: 32x16 s  
 Zona marginal: 0,250 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
2	214-IEK-X-EL (1,000)	3287	5400	18
Total:		6574	10800	36

Valor de la eficiencia energética: 2,90 W/m<sup>2</sup> = 0,96 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 12,42m<sup>2</sup>)



**Resultados  
Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 6574 lm  
 Potencia total: 36 W  
 Factor de mantenimiento: 0,80  
 Zona marginal: 0,250 m

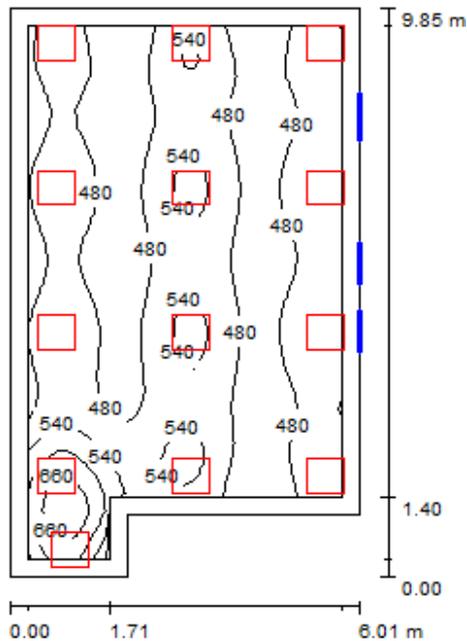
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
	Plano útil	254	46		
Suelo	157	52	209	20	13
Techo	0	37	37	70	8,35
Pared 1	62	45	107	50	17
Pared 2	51	41	92	50	15
Pared 3	62	44	106	50	17
Pared 4	64	43	107	50	17

Simetrías en el plano útil

$E_{min} [lx]/E_m$   
 [lx]: 0,700  
 $E_{min} [lx]/E_{max}$   
 [lx]: 0,530

Valor de la eficiencia energética: 2,90 W/m<sup>2</sup>= 0,96 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 12,42m<sup>2</sup>)

10.1.8. Sala



**Resumen SALA**

Altura del local: 3,314 m    Altura de montaje: 2,800 m    Factor de Mantenimiento: 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	502	426	726	0,849
Suelo	20	435	308	503	0,708
Techo	70	88	59	120	0,670
Paredes	50	236	59	1165	/

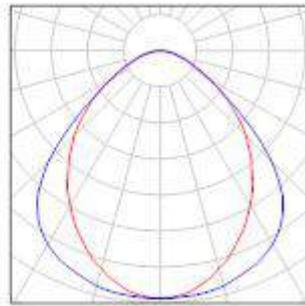
**Plano útil:**

Altura: 0,85 m  
 Trama: 32x32 s  
 Zona marginal: 0,300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
13	214-IEK-X-EL (1,000)	3287	5400	18
Total:		42731	70200	234

Valor de la eficiencia energética: 4,27  $W/m^2$  = 0,85  $W/m^2/100\text{ lx}$  (Base: 54,79  $m^2$ )



**Resultados  
Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 42731 lm  
 Potencia total: 234 W  
 Factor de mantenimiento: 0,80  
 Zona marginal: 0,300 m

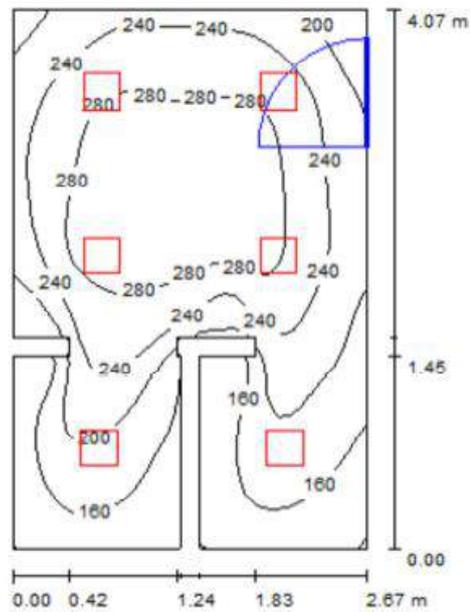
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
Plano útil	416	86	502	/	/
Suelo	343	92	435	20	28
Techo	0	88	88	70	20
Pared 1	184	94	278	50	44
Pared 2	125	108	233	50	37
Pared 3	152	88	240	50	38
Pared 4	145	88	233	50	37
Pared 5	156	88	244	50	39
Pared 6	134	90	224	50	36

Simetrías en el plano útil

$E_{min} [lx]/E_m$   
 [lx]: 0,849  
 $E_{min} [lx]/E_{max}$   
 [lx]: 0,587

Valor de la eficiencia energética: 4,27 W/m<sup>2</sup>= 0,85 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 54,79m<sup>2</sup>)

10.1.9. Aseo I



**Resumen ASEO I**

Altura del local: 2,800 m      Altura de montaje: 2,800 m      Factor de Mantenimiento: 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	215	105	284	0,488
Suelo	20	153	77	206	0,503
Techo	70	49	35	68	0,714
Paredes	50	115	38	350	/

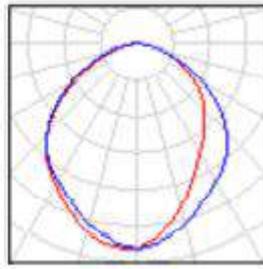
**Plano útil:**

Altura: 0,850 m  
 Trama: 32x32 s  
 Zona marginal: 0,000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
6	96126EL+V-90003M (1,000)	966	1800	26,00
Total:		5796	10800	156

Valor de la eficiencia energética: 14,29 W/m<sup>2</sup> = 6,66 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 10,92m<sup>2</sup>)



**Resultados  
Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 5796 lm  
 Potencia total: 156 W  
 Factor de mantenimiento: 0,80  
 Zona marginal: 0,000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
Plano útil	159	56	215	20	/
Suelo	105	49	154	70	9,77
Techo	0	49	49	50	11
Pared 1	78	51	129	50	21
Pared 2	69	48	117	50	19
Pared 3	69	47	116	50	18
Pared 4	49	48	97	50	15
Pared 5	38	46	84	50	13
Pared 6	47	51	98	50	16
Pared 7	85	52	137	50	22
Pared 8	54	48	102	50	16
Pared 9	28	47	75	50	12
Pared 10	55	47	102	50	16
Pared 11	70	45	115	50	18
Pared 12	53	46	99	50	16
Pared 13	38	46	84	50	13
Pared 14	70	46	116	50	18
Pared 15	73	55	128	50	20
Pared 16	80	51	131	50	21

Simetrías en el plano útil

$E_{min} [lx]/E_m$  0,488

[lx]:

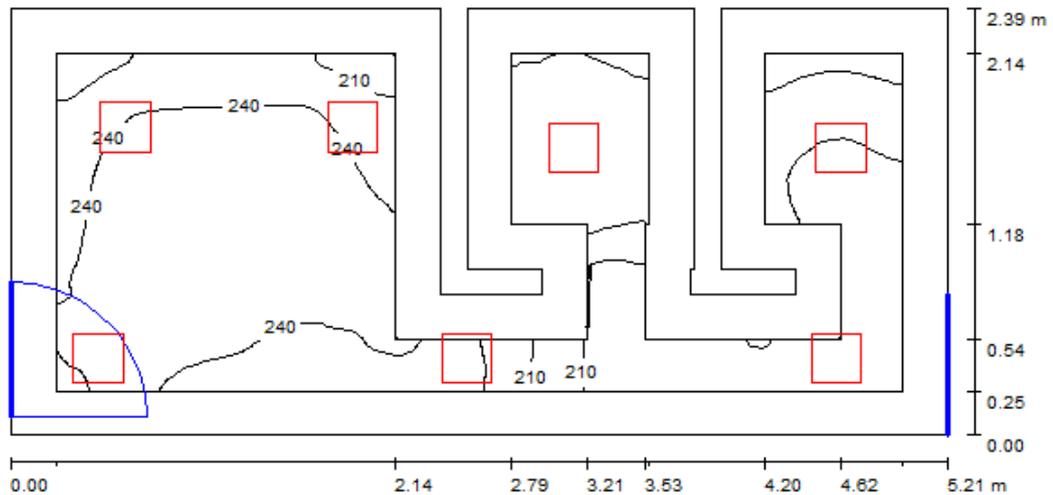
$E_{min} \quad [lx]/E_{max}$

[lx]: 0,370

Valor de la eficiencia

energética: 14,29 W/m<sup>2</sup>= 6,66 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 10,92m<sup>2</sup>)

10.1.10. Aseo II



**Resumen ASEO II**

Altura del local: 3,314m      Altura de montaje: 2,800 m      Factor de Mantenimiento: 0,80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	212	115	261	0,542
Suelo	20	131	62	181	0,473
Techo	70	37	25	62	0,676
Paredes	50	99	17	573	/

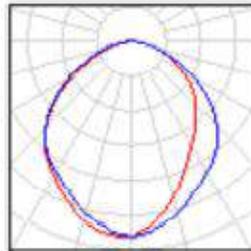
**Plano útil:**

Altura: 0,85 m  
 128x12 Punto  
 Trama: 8 s  
 Zona marginal: 0,250 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Piezas	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
7	96126EL+V-90003M (1,000)	966	1800	26
Total:		6762	12600	182

Valor de la eficiencia energética: 15,39 W/m<sup>2</sup> = 7,25 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 11,82m<sup>2</sup>)



**Resultados  
Luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 6762 lm  
 Potencia total: 182 W  
 Factor de mantenimiento: 0,80  
 Zona marginal: 0,250 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	Directa	Indirecta	Total		
Plano útil	156	56	212	/	/
Suelo	87	43	130	20	8,32
Techo	0	37	37	70	8,31
Pared 1	71	43	114	50	18
Pared 2	57	39	96	50	15
Pared 3	40	38	78	50	12
Pared 4	41	38	79	50	13
Pared 5	36	37	73	50	12
Pared 6	44	40	84	50	13
Pared 7	36	46	82	50	13
Pared 8	46	41	87	50	14
Pared 9	27	35	62	50	9,83
Pared 10	45	36	81	50	13
Pared 11	31	36	67	50	11
Pared 12	44	35	79	50	13

Pared 13	40	36	76	50	12
Pared 14	24	40	64	50	10
Pared 15	73	52	125	50	20
Pared 16	66	49	115	50	18
Pared 17	57	51	108	50	17
Pared 18	73	48	121	50	19

Simetrías en el plano  
útil

$E_{min}$	$[lx]/E_m$
[lx]:	0,542
$E_{min}$	$[lx]/E_{max}$
[lx]:	0,441

Valor de la eficiencia energética: 15,39 W/m<sup>2</sup>= 7,25 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 11,82m<sup>2</sup>)

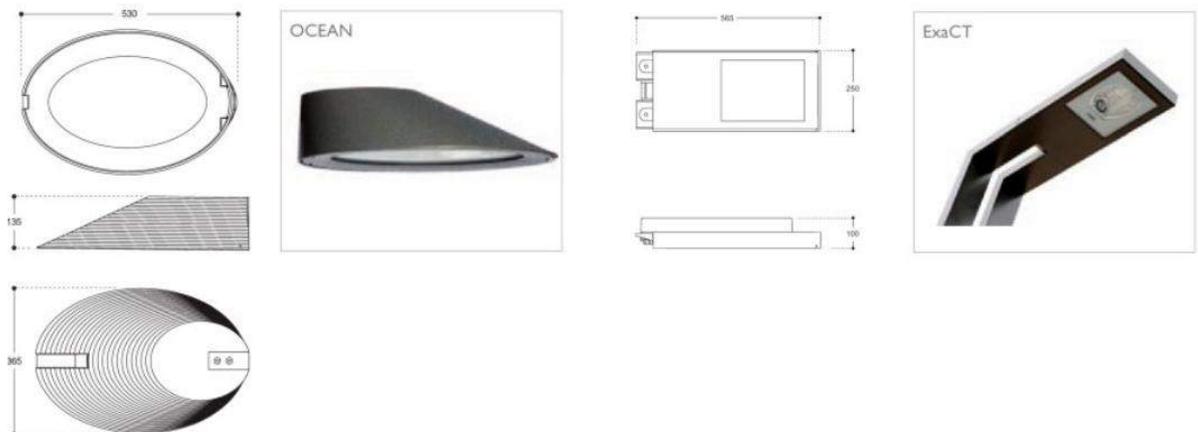
## 10.2. LUMINARIA EXTERIOR

### 10.2.1. Características de la luminaria

Se instalarán apliques, colocados en la fachada a una altura de 3,5 m y 6,5 m, y columnas rectangulares de altura 5 m.

Los apliques utilizados son del tipo OCEAN-Exact, de 150W. Se han desarrollado especialmente para contener las microlámparas de halogenuros metálicos con quemador cerámico. Están especialmente adaptados a la iluminación de grandes calzadas, bulevares, arterias de enlace urbano y ejes principales y secundarios para alturas de 3 a 9 m. Existentes en versiones de 1 o 2 luminarias, los cabezales CD Ocean son creaciones con estilo ligero que se insertan fácilmente en el espacio urbano. Los cabezales y apliques Ocean están realizados en aluminio y acero inoxidable y llevan un acabado de polvo de poliéster termolacado, colores RAL o Futura Akzo Nobel

Las columnas rectangulares son del tipo ELEMENT-Exact de 150W. Van provistas de microlamparas de halogenuros metálicos. Diseñada para alturas de 4 a 9 m, Element ExaCT está destinada a la iluminación de las vías urbanas principales y secundarias, de plazas, de paseos, de parkings y de los alrededores de construcciones contemporáneas. Las ópticas ExaCT se han desarrollado especialmente para contener las microlámparas de halogenuros metálicos con quemador cerámico y Cosmopolis. Para uso vial, ExaCT Comfort dirige el flujo luminoso con gran precisión gracias a las facetas de los microrreflectores permitiendo una interdistancia máxima y asegurando un nivel de iluminación y de uniformidad óptimo. Element ExaCT está realizado en aluminio y cristal, materiales duraderos y reciclables, y lleva un acabado en polvo de poliéster termolacado, en colores RAL o Futura Akzo Nobel. Su ensamblaje sin adhesivos facilita su reciclaje al final de su vida útil en cadenas de reciclaje especializadas.



### 10.3. LUMINARIA DE EMERGENCIA

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

Según lo dispuesto y complementando el criterio de cálculo de la luminaria de emergencia, con la ITC-BT-28, se ha dispuesto instalar unas luminarias modelo LEGRAND serie C3, de 100Lm y 6W, para oficinas y puertas y de 500Lm de 11W, para la zona de taller.

Constan de Baterías Ni-Cd de alta temperatura autónomas con una estética moderna y diseñada para un montaje muy rápido.

Se puede observar la disposición de luminarias en los planos adjuntos.

## 11. CALCULO DE LAS PROTECCIONES

### 11.1. PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

Siguiendo los criterios establecidos en la ITC-BT-22, 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.

Se instalará un interruptor automático en la cabecera del CGD, así como en los distintitos cuadros auxiliares.

También se instalarán interruptores automáticos de protección contra sobreintensidades de corriente o cortocircuito, también llamados PIAs, cuya función es aislar cada uno de los circuitos de la instalación donde aparecen defectos de sobreintensidad, sin que se vean afectados el resto circuitos de la instalación.

El calibre de los interruptores automáticos magnetotérmicos se pueden observar en los esquemas unifilares correspondientes a cada una de las líneas.

La Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su Anexo 3, propone un método simplificado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito para el caso de que, como ocurre generalmente, se desconozca la impedancia del circuito de alimentación a la red. En este caso se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones se puede considerar como 0'8 veces la tensión de suministro.

Para el cálculo se han empleado las siguientes formulas:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \qquad I_{cc} = \frac{0'8U}{R}$$

Donde:

$I_{cc}$ : intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

$U$ : tensión de alimentación fase-neutro (230V).

$R$ : resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

$\rho$ : Resistividad del cobre a  $t^a$  ambiente.

$S$ : Sección del conductor de fase.

$L$ : Longitud del conductor.

### 11.1.1. CGD

La línea al C.G.D. tiene una sección de  $180\text{mm}^2$  por fase y una longitud de 70m, y la línea de alimentación al C.S.1. Por tanto:

$$R_{(GRAL)} = \frac{\rho \cdot L_{(GRAL)}}{S_{(GRAL)}} = \frac{0'018 \cdot 70 \cdot 3}{180} = 0'021\Omega$$

$$R_{(GRAL)} = 0'021\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{0'8 \cdot 400}{0'0524} = 15238,095A$$

A la vista del resultado obtenido, el poder de corte mínimo del interruptor automático general instalado en el C.G. es de 20kA.

### 11.1.2. C.S.1

La línea al C.G.D. tiene una sección de  $180\text{mm}^2$  por fase y una longitud de 70m, y la línea de alimentación al C.S.  $240\text{mm}^2$  y 20m. Por tanto:

$$R_{(GRAL)} = \frac{\rho \cdot L_{(GRAL)}}{S_{(GRAL)}} = \frac{0'018 \cdot 70 \cdot 3}{180} = 0'021\Omega$$

$$R_{(C.A.1)} = \frac{\rho \cdot L_{(C.A.1)}}{S_{(C.A.1)}} = \frac{0'018 \cdot 20 \cdot 3}{240} = 0'0045\Omega$$

$$R = R_{(GRAL)} + R_{(C.A.1)} = 0'0255\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{0'8 \cdot 400}{0.0255} = 12549.020A$$

A la vista del resultado obtenido, el poder de corte mínimo del interruptor automático general instalado en el C.S. es de 15kA.

## 11.2. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Se emplearan interruptores diferenciales para ello, unido a la protección de la instalación de tierras, según lo establecido en la ITC-BT-24.

El esquema de conexión será del tipo TT.

### 11.2.1. Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales se utilizan como protección complementaria de contactos directos, y son interruptores de corriente diferencial-residual.

La utilización de interruptores diferenciales se tiene que hacer con una red de toma de corriente de todos los receptores de la instalación. De esta manera cuando se produce un defecto a tierra, este interruptor desconecta la instalación, actuando de forma inmediata, sin que dé tiempo a que la persona entre en contacto con el defecto.

La selección de los interruptores diferenciales desconecta solo el circuito donde se ha producido el defecto, manteniendo el resto de la instalación en servicio.

Deberá existir una escala de actuación entre los interruptores diferenciales y el resto de protecciones instaladas.

La intensidad nominal de los interruptores diferenciales, será igual o mayor al interruptor automático al que siga y su sensibilidad será de 30 mA y 300mA, según ITC-BT-24.

### 11.2.2. Instalación de tierras

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de paso a tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V. Conocido este valor y dado que el esquema de protección adoptada contra contactos indirectos es del tipo TT, según la instrucción ITC-BT-24, apartado 4.1.2 y que los interruptor diferenciales empleados tienen una sensibilidad mínima de 300 mA, nos impone una resistencia a tierra, de valor:

$$R_A \cdot I_a \leq U$$

Donde:

$R_A$ : suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$U$ : es la tensión de contacto límite convencional.

$I_a$  : Es la corriente diferencial-residual del ID (sensibilidad).

$$R_A \leq \frac{U}{I_a} \leq \frac{24}{0,30} \leq 80$$

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de resistividad del terreno en el que se establece.

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18, la resistencia  $R$  en  $\Omega$ , de una toma de tierra realizada con un conductor enterrado horizontalmente, puede calcularse aproximadamente por medio de la siguiente fórmula:

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

Donde:

$\rho$  = Resistividad del terreno en ohmios x metro

$R$  = Resistividad en  $\Omega$ .

$L$  = Longitud de la zanja ocupada por el conductor, en metros. La longitud a considerar es el perímetro del edificio.

La tabla 3 de la ITC-BT-18 nos aporta unos valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Tras haberse realizado un estudio previo del terreno, según el cual éste está compuesto por una mezcla de arcillas compactas, se comprueba en dicha tabla que su resistividad está comprendida entre 100 y 200  $\Omega$  m. No obstante una medición sobre el terreno para obtener una resistividad más fiable, ha permitido obtener un valor más aproximado de 150  $\Omega$  m.

El perímetro del edificio es de 132 m, sin embargo, debido a que el conductor puede enterrarse en zig-zag, se tomará una longitud de 150 m. luego la resistencia del anillo de tierra es:

$$R_{\text{anillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 150}{150} = 2 \Omega$$

Sin embargo, en la resistividad del terreno influyen muchos factores como la humedad, la temperatura, las variaciones estacionales, etc., observándose que en verano la resistividad es mayor que en invierno. Por este motivo, y a pesar de que el valor de resistencia obtenido anteriormente está dentro de lo permitido para garantizar la seguridad de las personas, se ha decidido instalar además, 5 picas de tierra, colocadas a una distancia de 15 m como se puede

comprobar en el plano correspondiente. Dichas picas, una vez colocadas en hilera, tendrán una resistencia de paso a tierra de:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{n \cdot L}$$

Donde:

n = número de picas

L = longitud de una pica

La resistencia total de paso a tierra será:

$$R_{t\text{picas}} = \frac{2 \cdot \rho}{n \cdot L} = \frac{2 \cdot 150}{5 \cdot 2} = 30 \Omega$$

La resistencia total de paso a tierra será:

$$R_t = 1 / [(1/ R_{t\text{anillo}}) + (1/ R_{t\text{picas}})]$$

$$R_t = \frac{1}{(1/ R_{t\text{anillo}}) + (1/ R_{t\text{picas}})} = \frac{1}{(1/ 2) + (1/ 30)} = 1,875 \Omega$$

A esta red de puesta a tierra se conectarán las masas de todos los equipos eléctricos. La toma de tierra se realizará con cable desnudo trenzado de cobre electrolítico de 35 mm<sup>2</sup>, formando un anillo con las armaduras de los pilares, pilares metálicos, mallazo y piquetas. La conexión del cable de tierra a cada una de las partes metálicas de la cimentación y piquetas se realizará con bridas de conexión.

Pondremos en contacto el cuadro general con el punto de puesta a tierra, con un cable unipolar de cobre con aislamiento de XLPE y Tensión asignada de 0,6/1 kV, de sección de 35 mm<sup>2</sup>, a este cable lo llamaremos, línea principal de tierra.

## 12. CALCULO DEL EQUIPO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Para el cálculo de la batería de condensadores se tendrán en cuenta los siguientes datos:

- Suministro: Trifásico
- Tensión compuesta: 400 V
- Potencia activa: 207,758 kW
- $\cos \phi$  instalación: 0,844
- $\cos \phi$  a conseguir: 0,95
- Conexión condensadores: Triangulo

En primer lugar calcularemos los ángulos de fase  $\phi_1$  y  $\phi_2$ .

$$\phi_1 = \arccos(0,844) = 32,435^\circ$$

$$\phi_2 = \arccos(0,95) = 18,19^\circ$$

Obteniendo unas tangentes:

$$\tan(1) = \tan(32,435) = 0,635$$

$$\tan(2) = \tan(18,19) = 0,33$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$Q_c = P \times (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) = 207,758 (0,635 - 0,33) = 63,465 \text{KVAR}$$

La potencia reactiva a compensar será 63,465kVA

Substituyendo en la fórmula:

$$C = 1,052 \text{mF}$$

La capacidad de cada condensador es de 350,72 $\mu$ F.

El equipo elegido será de 70 kVAr de potencia máxima, siendo la potencia posterior a la calculada anteriormente, con una composición física de 7x10 kVAr con batería automática.

La conexión interna de la batería de condensadores será en triángulo, con una regulación automática.

Para realizar el dimensionado de la línea se calculará la intensidad absorbida para elegir la sección del conductor a instalar, teniendo en cuenta la caída de tensión máxima.

Los datos generales de partida son los siguientes:

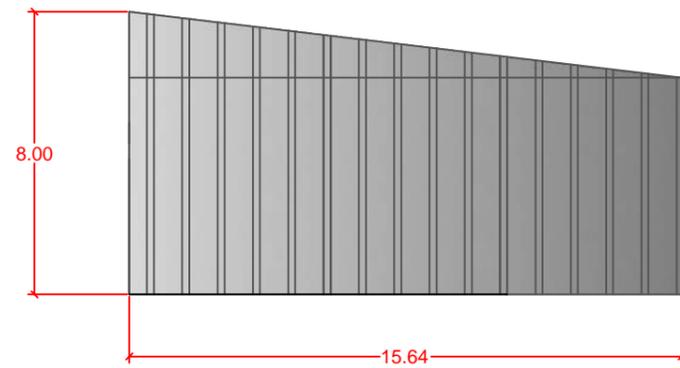
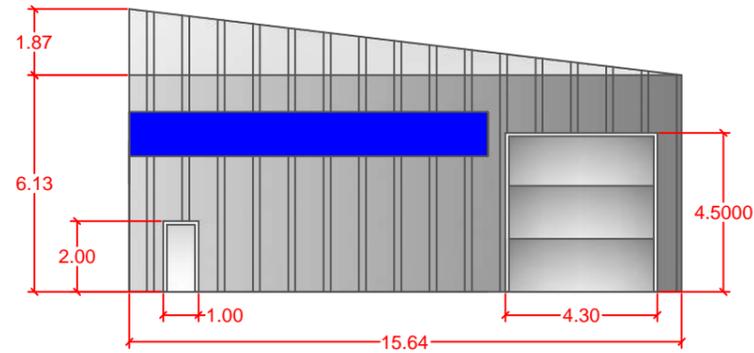
- Tensión: 400 V
- Potencia Reactiva: 70 kVAr
- Cre: 1,5 (según ITC-BT-48)

$$I_c = \frac{1,5 \cdot 70 \cdot 1000}{n \cdot L} = 151.55 \Omega$$

Teniendo en cuenta lo descrito en la ITC-BT-19 en la tabla 5 para conductores en tubos empotrados o en paredes aislantes, la sección del conductor de cable será de 4x95+TTx50 mm<sup>2</sup>.

## **DOCUMENTONº3: PLANOS**

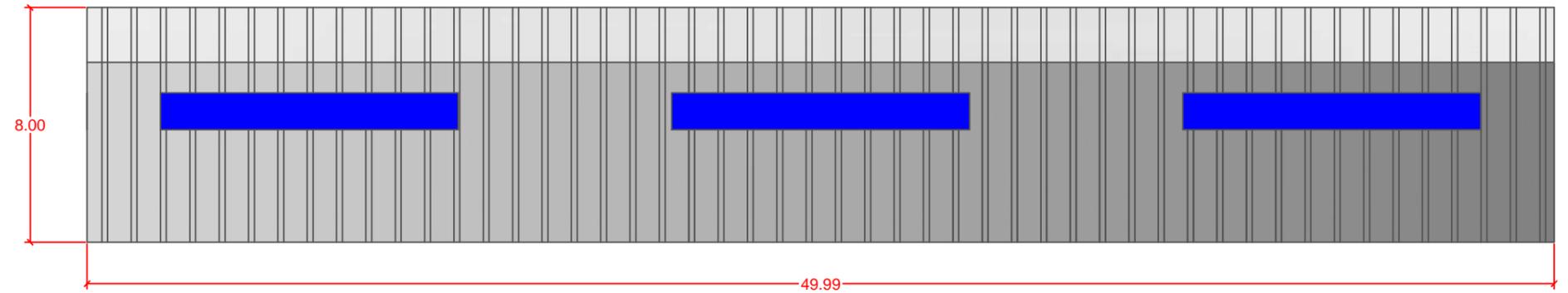
### Alzado Principal



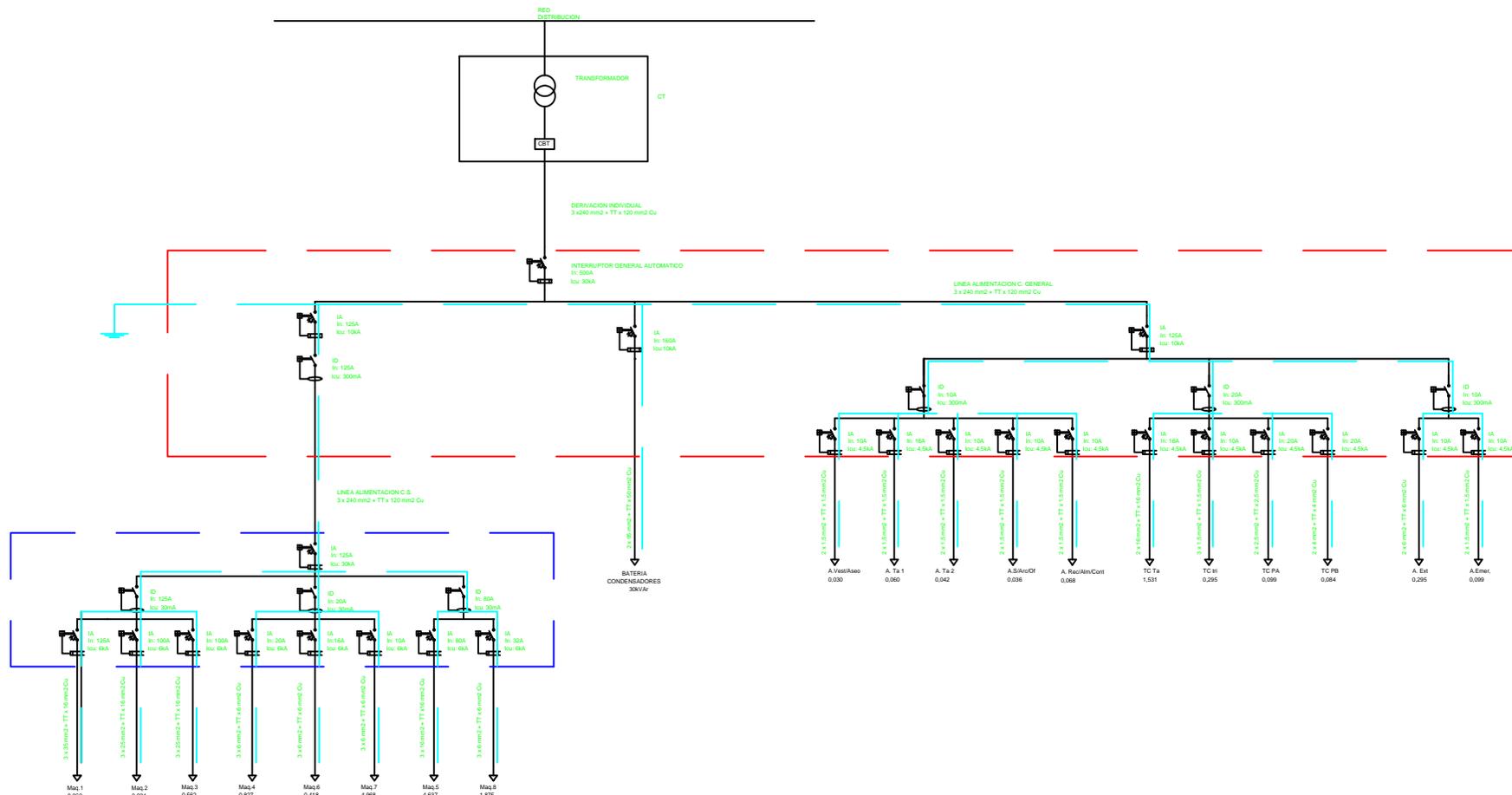
### Alzado Posterior

Cota: en metros

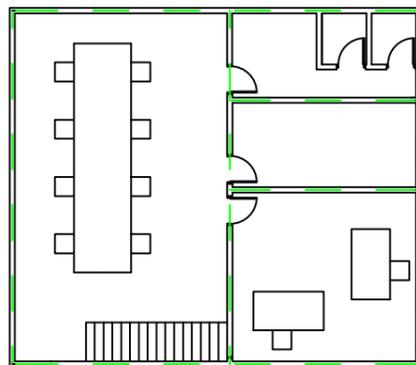
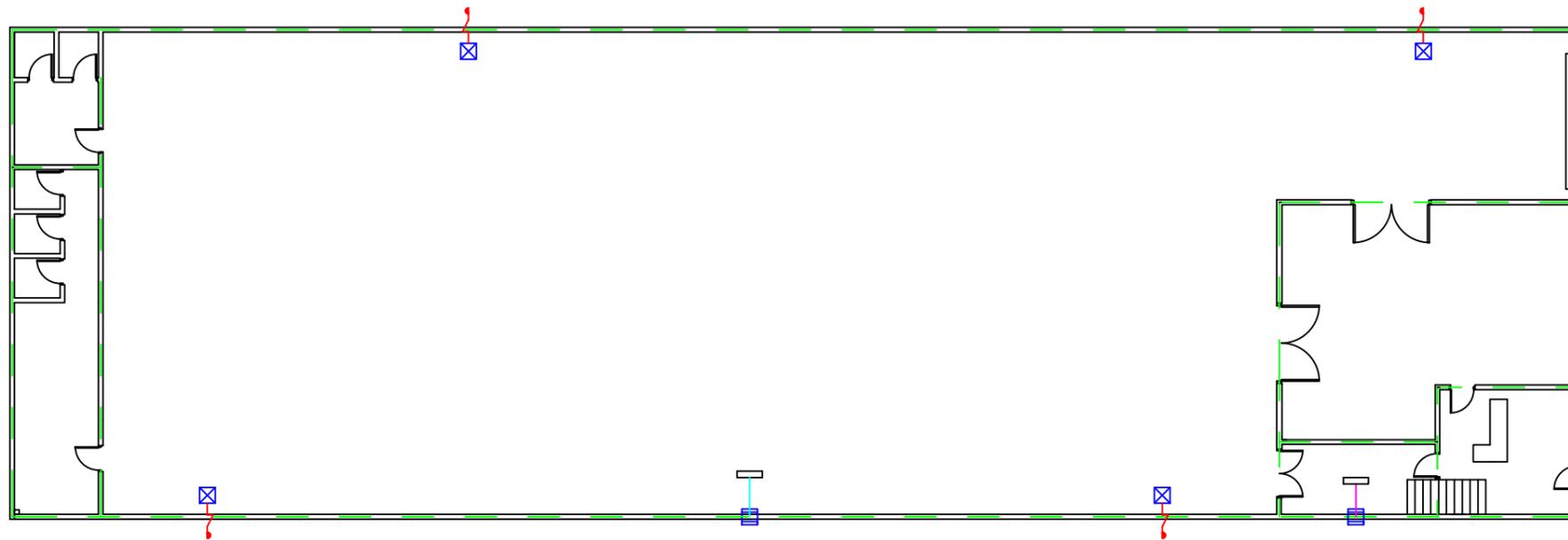
### Perfil Lateral Derecho



Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo			
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado			
		<b>PLANO:</b> Plano alzado y cotas de la nave	Escala	Fecha de edición	Idioma	Hoja
			1:200	Junio 2013	es	4



Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madraza	
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado
		<b>PLANO:</b> Esquema unifilar		Idioma es
				Hoja 9
		Escala S/E	Fecha de edición Junio 2013	



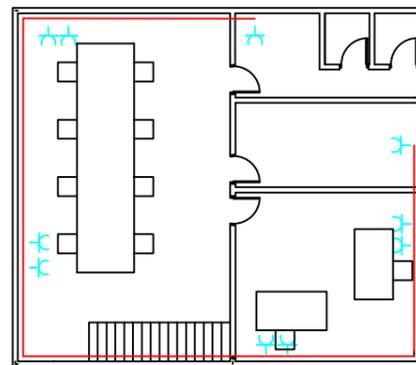
**LEYENDA**

- ⊠ Punto de puesta a tierra
- ⊠ Punto de puesta a tierra
- ⚡ Electrodo (pica)
- Caja automáticos
- Línea de enlace con tierra (anillo)
- Línea de tierra a cuadro principal
- Línea de tierra a cuadro secundario

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo			
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado			
		PLANO:  Red de tierra	Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2013	Idioma es	Hoja 14



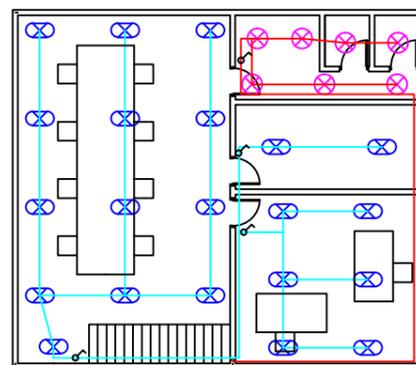
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>	Departamento responsable	Referencia técnica	Creado por	Aprobado por			
	Ing. Eléctrica y Energética		Hugo Fernández Cagigas	Alfredo Madrazo			
			Tipo de documento	Estado del documento			
			Conjunto	Editado			
		PLANO:					
		Situación polígono industrial		Escala	Fecha de edición	Idioma	Hoja
				1:150000	Junio 2013	es	1



**LEYENDA**

- Circuito nº 6
- Circuito nº 7
- Circuito nº 8
- Circuito nº 9
- Toma de uso general 16A
- Toma trifasica
- Caja General

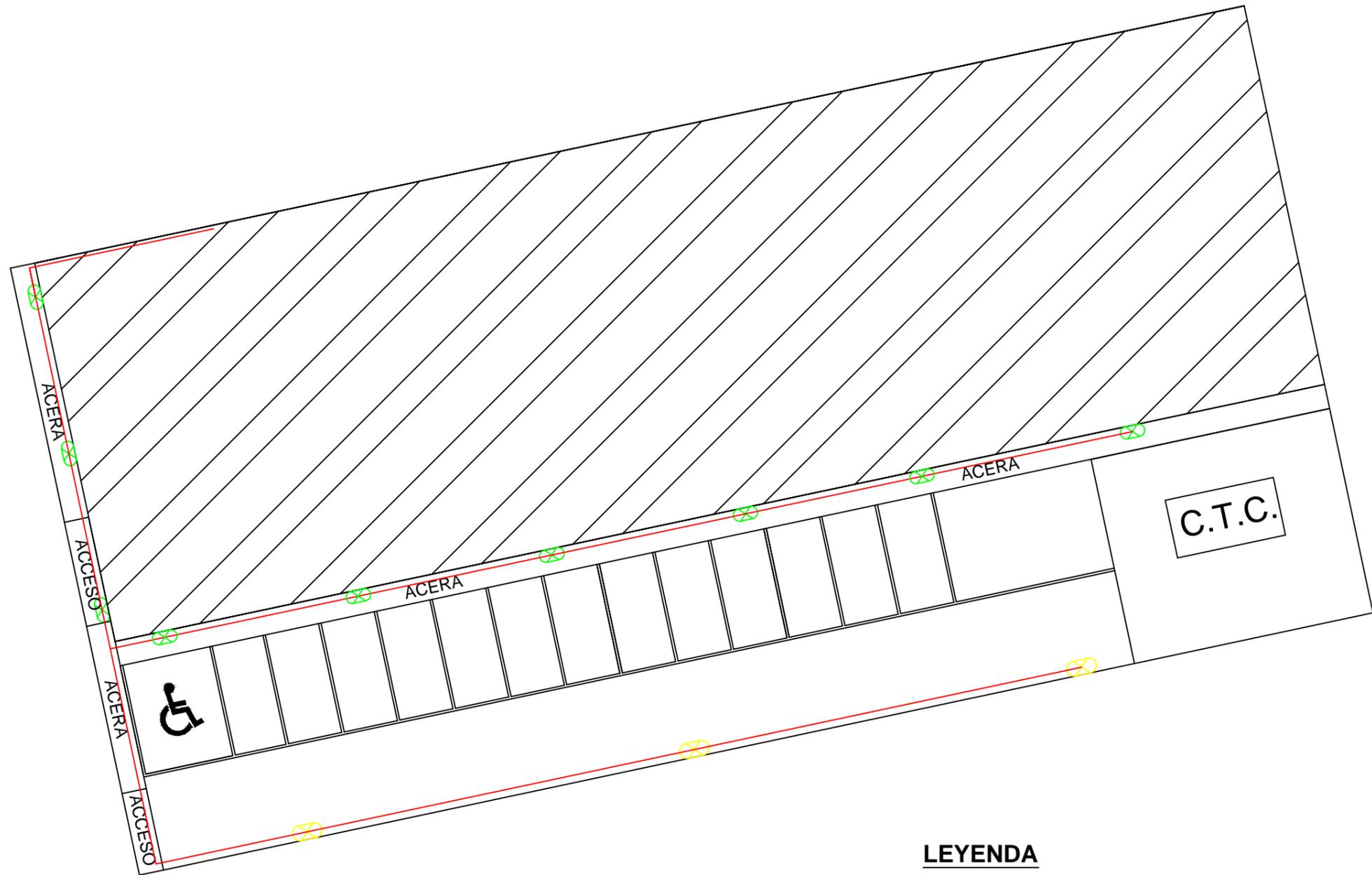
Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo		
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado	
		<b>PLANO:</b> Circuitos de tomas generales y trifásicas		Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2013
				Idioma es	Hoja 13



**LEYENDA**

- Circuito nº 1
- Circuito nº 2
- Circuito nº 3
- Circuito nº 4
- Circuito nº 5
- ⏏ Interruptor
- ⎓ Caja General
- ⊙ Lámpara de descarga 400w
- ⊗ Lámpara de fluorescencia 18w
- ⊗ Lámpara de fluroescencia compacta 26w

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo		
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado	
		<b>PLANO:</b> Iluminación interior		Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2013
				Idioma es	Hoja 10



**LEYENDA**

-  Lámpara adosada a la nave Ocean 150w
-  Lámpara con mástil Element ExaCT 150w
-  Circuito nº 10

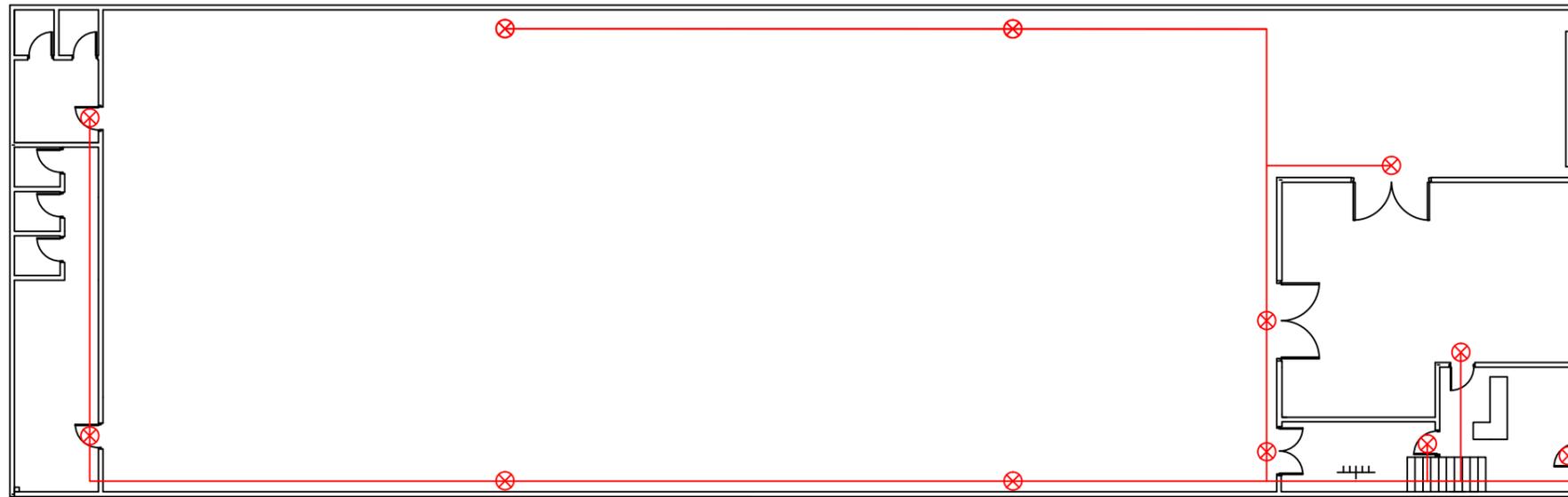


Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo	
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado	
		PLANO: Iluminacion exterior	Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2013

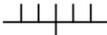
# Emplazamiento

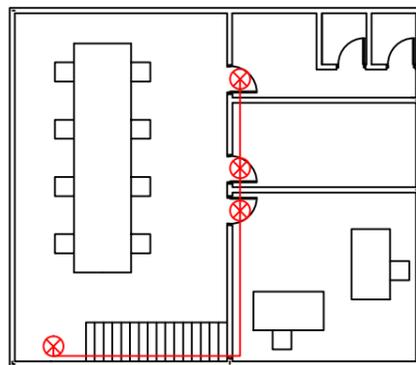


Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo			
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado			
		<b>PLANO:</b> Plano parcela de la nave		Escala 1:1000	Fecha de edición Junio 2013	Idioma es
					Hoja 2	

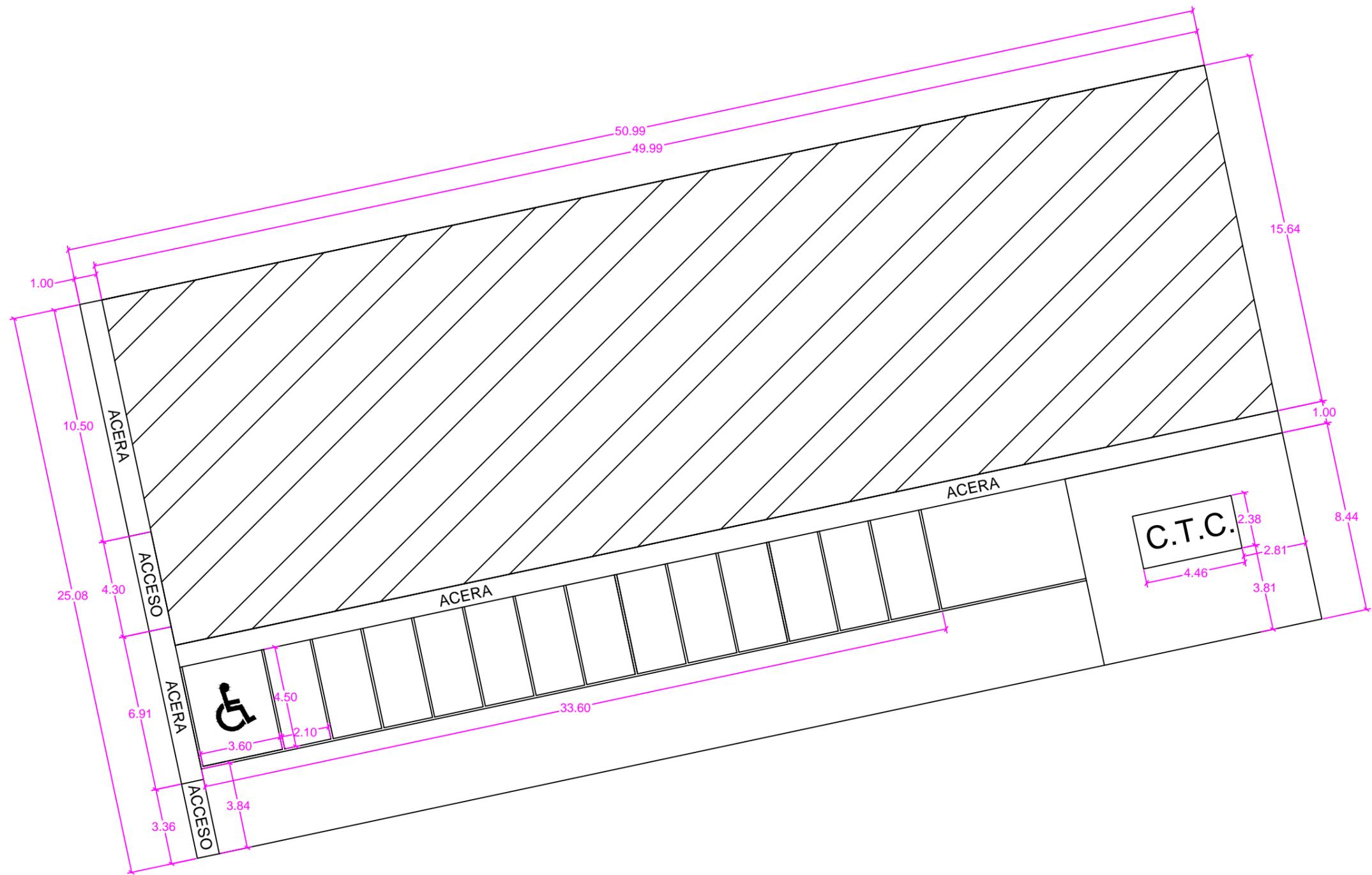


**LEYENDA**

-  Luz de emergencia
-  Circuito nº 19. Emergencia y señalización
-  Caja General

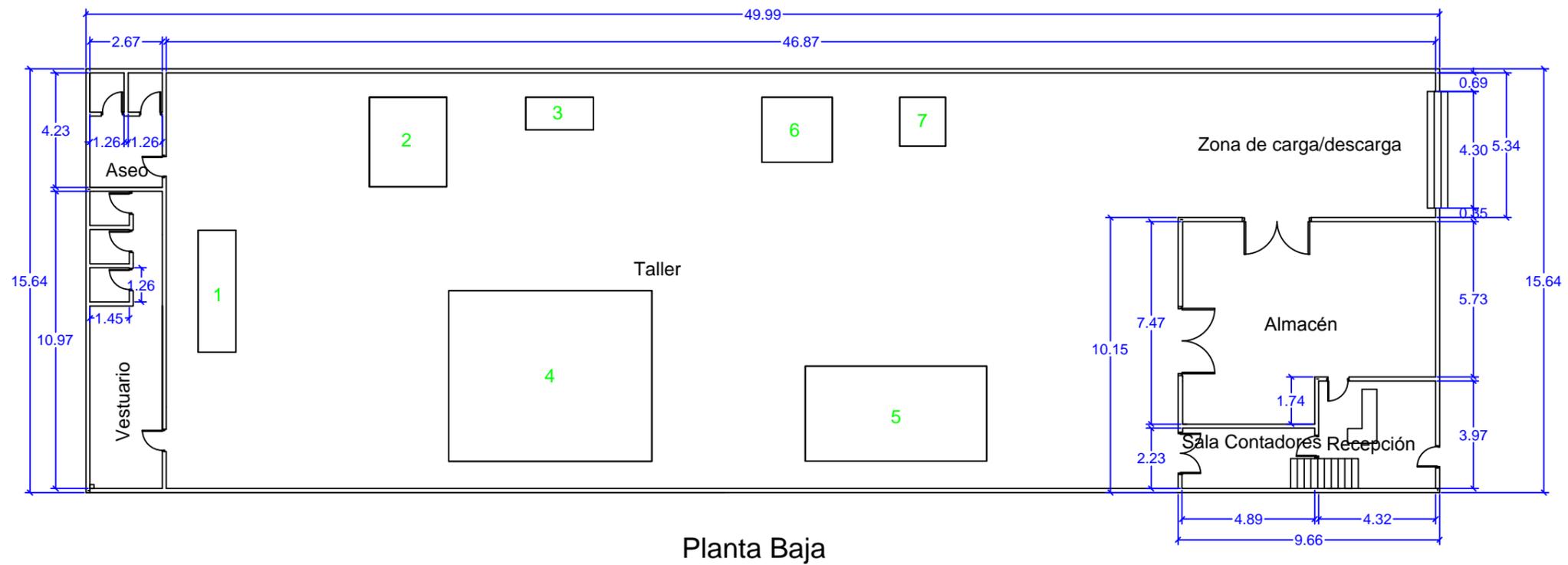


Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo		
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado		
		PLANO: Circuito de emergencia y señalización de la nave	Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2013	Idioma es
			Hoja 11		



Cota: en metros

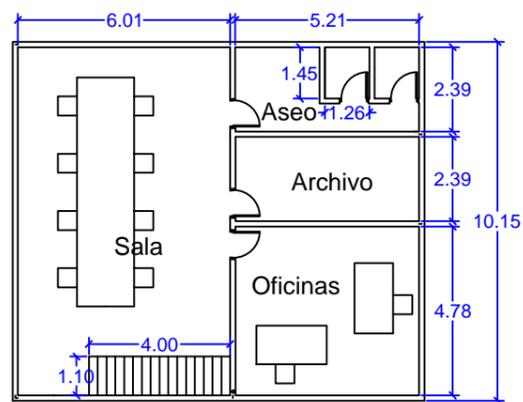
Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo			
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado			
		<b>PLANO:</b> Distribución de la parcela	Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2013	Idioma es	Hoja 3



Planta Baja

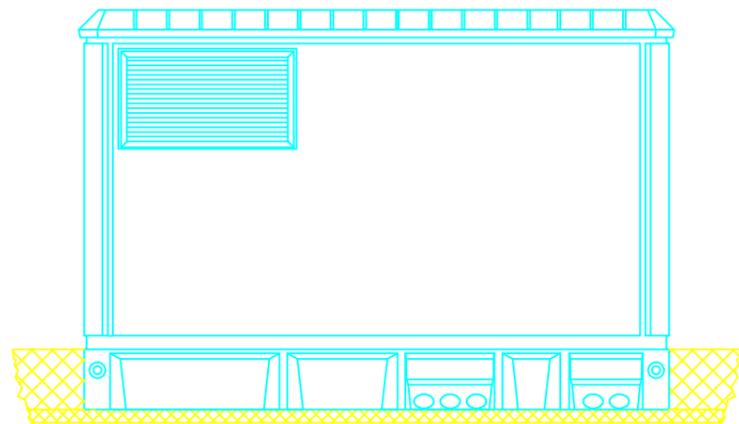
**LEYENDA**

1. Torno vertical CNC Nodier Emag VSC 400
2. Torno vertical CNC Doosan Puma
3. Torno CE 460-1500
4. Mandrinadora horizontal W 100 A
5. Mandrinador WHN 13.4 C
6. Fresadora Correa FU 200
7. Fresadora Kondia KP 90

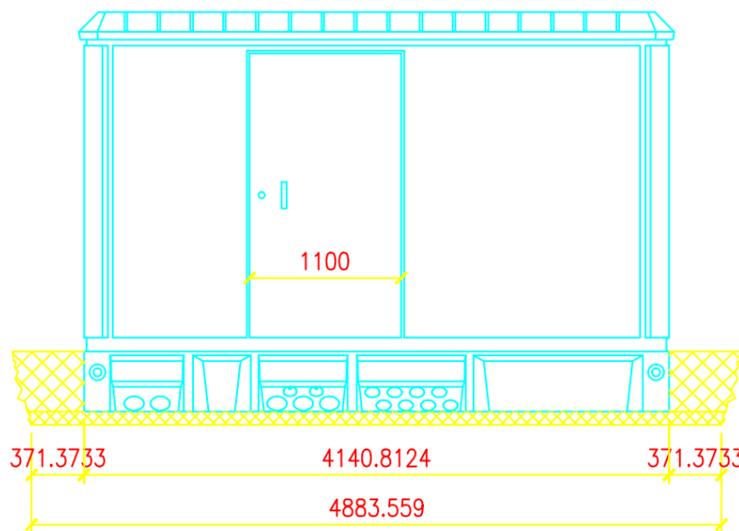


Planta Alta

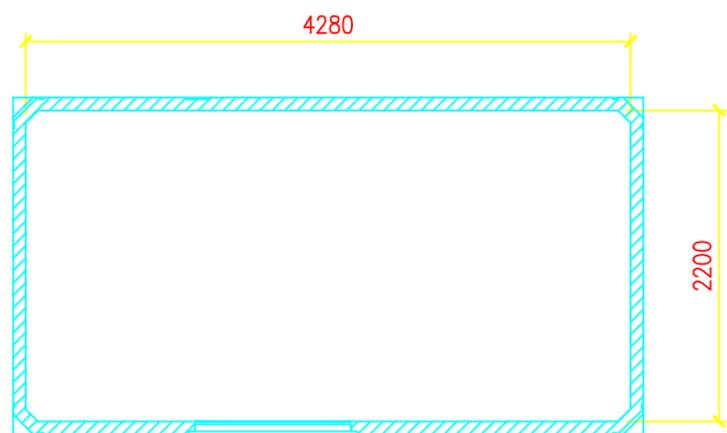
Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo	
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado
		PLANO: Distribución de la nave		
		Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2013	Idioma es



ALZADO POSTERIOR

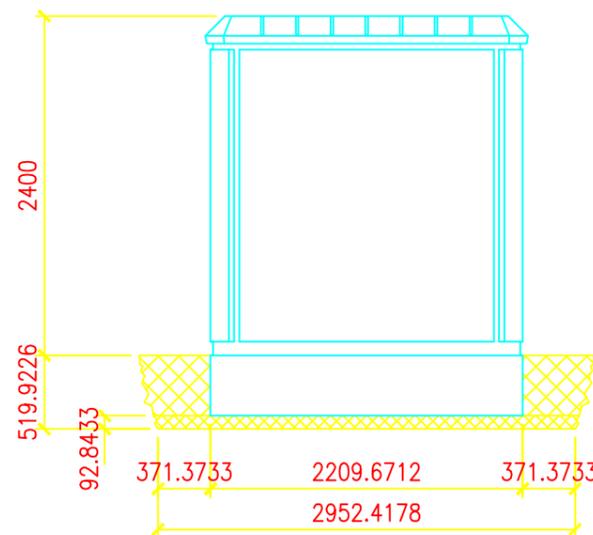


ALZADO PRINCIPAL

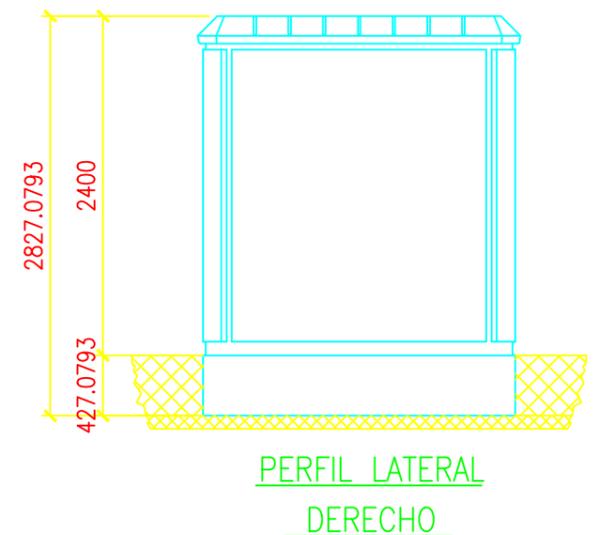


PLANTA

Cotas: en milímetros



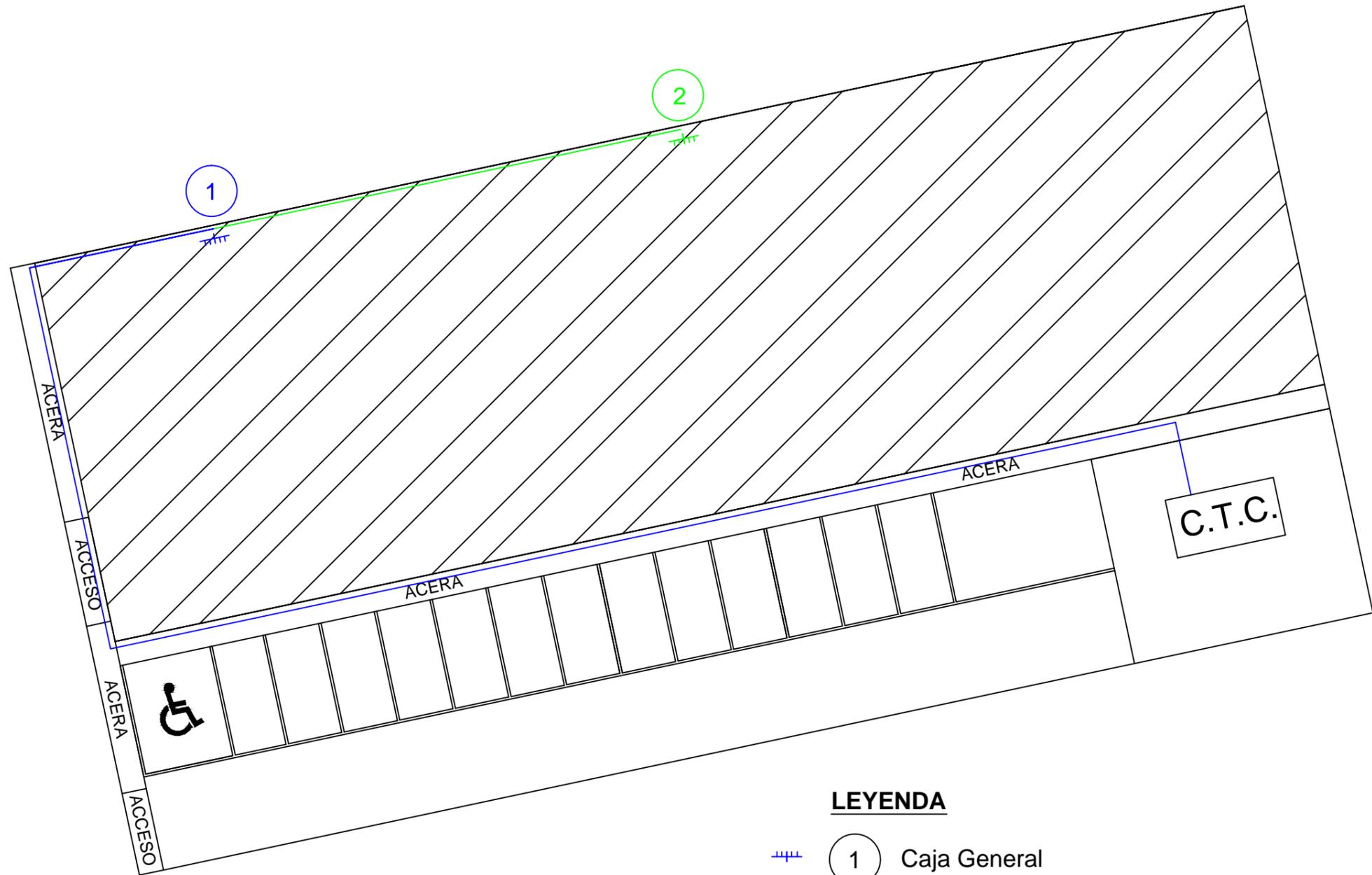
PERFIL LATERAL IZQUIERDO



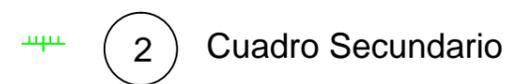
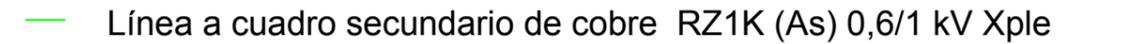
PERFIL LATERAL DERECHO

DIMENSIONES MÍNIMAS DE EXCAVACIÓN  
5.26 m largo x 3.18 m ancho x 0.56 m profundo

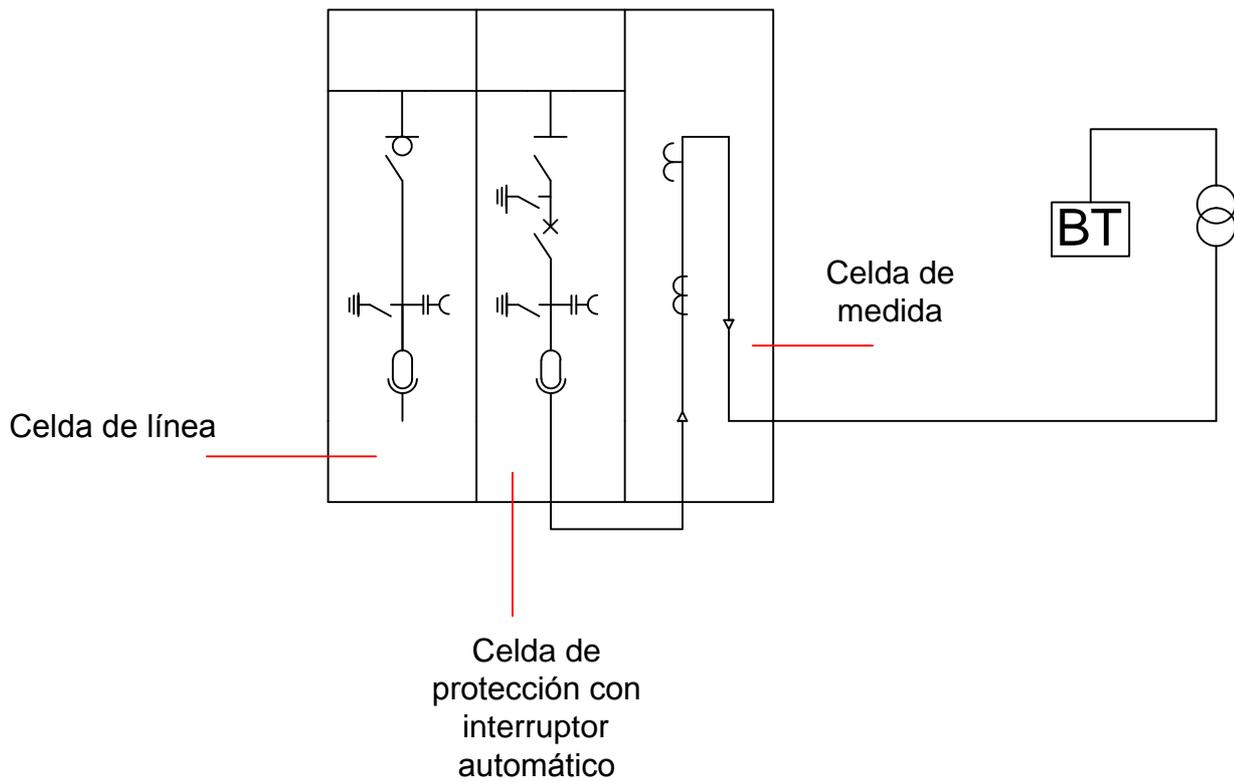
Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo	
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado	
		PLANO: Centro de transformación	Escala 1:100	Fecha de edición Junio 2013



**LEYENDA**

-  1 Caja General
-  Línea General de Alimentación de cobre RZ1K (As) 0,6/1 kV Xple
-  2 Cuadro Secundario
-  Línea a cuadro secundario de cobre RZ1K (As) 0,6/1 kV Xple

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo		
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado	
		PLANO: Conexión del CTC con el cuadro principal y el cuadro secundario		Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2013
				Idioma es	Hoja 8



**LEYENDA**



TT



TI



Seccionador



Interruptor - Seccionador



Interruptor de presencia de tensión



Interruptor de vacío

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Hugo Fernández Cagigas	Aprobado por Alfredo Madrazo			
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado			
		<b>PLANO:</b> Esquema de celdas	Escala S/E	Fecha de edición Junio 2013	Idioma es	Hoja 7

## DOCUMENTONº4: PLIEGO DE CONDICIONES

---

## Índice

- 6.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.
  - 6.1.1 Ámbito de aplicación.
  - 6.1.2 Disposiciones generales
  - 6.1.3 Condiciones facultativas legales
  - 6.1.4 Seguridad en el trabajo
  - 6.1.5 Seguridad pública
  - 6.1.6. Organización del trabajo
    - 6.1.6.1 Datos de la obra
    - 6.1.6.2 Replanteo de la obra
    - 6.1.6.3 Condiciones generales
  - 6.1.7. Planificación y coordinación
  - 6.1.8. Acopio de materiales
  - 6.1.9. Inspección y medidas previas al montaje
  - 6.1.10 Planos, catálogos y muestras
  - 6.1.11 Variaciones de proyecto y cambio de materiales
  - 6.1.12 Cooperación con otros instaladores
  - 6.1.13 Protección
  - 6.1.14 Limpieza de la obra
  - 6.1.15 Andamios y aparejos
  - 6.1.16 Obras de albañilería
  - 6.1.17 Energía eléctrica y agua
  - 6.1.18 Ruidos y vibraciones
  - 6.1.19 Accesibilidad

- 6.1.20 Canalizaciones
- 6.1.21 Manguitos pasamuros
- 6.1.22 Protección de partes en movimiento
- 6.1.23 Protección de los elementos a temperatura elevada.
- 6.1.24 Cuadros y líneas eléctricas
- 6.1.25 Pinturas y colores
- 6.1.26 Identificación
- 6.1.27 Pruebas
- 6.1.28 Pruebas finales
- 6.1.29 Recepción provisional
- 6.1.30 Periodos de garantía
- 6.1.31 Recepción definitiva.
- 6.1.32 Permisos
- 6.1.33 Entrenamiento
- 6.1.34 Repuestos, herramientas y útiles específicos
- 6.1.35 Subcontratación de la obras
- 6.1.36 Riesgos
- 6.1.37 Rescisión del contrato
- 6.1.38 Precios
- 6.1.39 Pago de obra
- 6.1.40 Abono de materiales acopiados
- 6.1.41 Disposición final

## 6.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

- 6.2.1 Generalidades

6.2.2 Instalaciones eléctricas

6.2.2.1 Dispositivos generales e individuales

6.2.2.2 Instalación Interior

6.2.2.3. Aparatos de protección

6.2.2.4. Identificación de los conductores

6.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones

6.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

6.2.2.7. Conexiones Eléctricas

6.2.3 Sistemas de instalación

6.2.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores

6.2.3.2. Conductores aislados bajo canales protectoras

6.2.4 Red de Tierra

6.2.4.1 Conductores de equipotencialidad

6.2.5. Centro de transformación

6.2.5.1 Obra Civil

6.2.5.2 Aparata de alta tensión

6.2.5.3 Transformador

6.2.5.4 Equipo de medida

6.2.5.5 Puesta a tierra del centro de transformación

6.2.5.6 Normas de ejecución de la instalación

6.2.5.7 Pruebas y comprobación reglamentarias

6.2.5.8 Puesta en servicio y desconexión del centro de transformación

6.2.5.9 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

6.2.6 Cuadro de distribución de baja tensión

6.2.7 Protección contra incendios

6.2.7.1 Alumbrado de emergencia

## 6.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

### 6.1.1 Ámbito de aplicación.

Este pliego de condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

### 6.1.2 Disposiciones generales.

El instalador está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Instalador deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

### 6.1.3 Condiciones facultativas legales.

Las instalaciones del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- R.D. nº 8442/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- R.D. 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Decreto 363/2004, de 24 de Agosto por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.

- Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones: IEB: Baja Tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puestas a tierra.
- R.D. 486/1997, de 14 Abril Anexo IV: Reglamentación de iluminación en los lugares de trabajo.
- R.D. 2267/2004 De 3 de diciembre de 2004, sobre seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D 1942/1993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE nº 74, de 28 de marzo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D.1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D.1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 6.1.4 Seguridad en el trabajo.

El Instalador está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la

Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### **6.1.5 Seguridad pública.**

El Instalador deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Instalador mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Instalador o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### **6.1.6. Organización del trabajo.**

El Instalador ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

##### **6.1.6.1 Datos de la obra.**

Se entregará al Instalador una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Éste no podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Además se hará responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

No se harán por el Instalador alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### **6.1.6.2 Replanteo de la obra.**

El Director de Obra, una vez que el Instalador esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Instalador las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Instalador.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Instalador.

### **6.1.6.3 Condiciones generales.**

El Instalador deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Presupuesto, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio. Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Presupuesto, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Instalador deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este pliego de condiciones, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Instalador suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección

Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar,

arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La Dirección facultativa se reserva el derecho de pedir al Instalador, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

### **6.1.7 Planificación y coordinación.**

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Instalador deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje y pruebas parciales de las redes de alimentación de, electricidad y protección contra incendios.
- Montaje de cuadros eléctricos, equipos de control, elementos de alumbrado y fuerza, sistemas contra incendios y de gestión de energía eléctrica.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la instalación, el Instalador, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la Dirección facultativa para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros instaladores correrá a cargo de la Dirección facultativa, o persona o entidad delegada por la misma.

### **6.1.8 Acopio de materiales.**

De acuerdo con el plan de obra, el Instalador irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Instalador quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La Dirección facultativa tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo,

pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este pliego de condiciones y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la Dirección facultativa tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Instalador. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Instalador, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la Dirección facultativa podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del instalador todos los gastos ocasionados.

### **6.1.9 Inspección y medidas previas al montaje.**

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Instalador deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones. En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el instalador deberá notificar las anomalías a la dirección facultativa para las oportunas rectificaciones.

### **6.1.10 Planos, catálogos y muestras.**

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el instalador deberá examinar atentamente los planos y detalles del Proyecto técnico de instalaciones.

El instalador deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfieran con los elementos de otros instaladores. En caso de conflicto, la decisión de la Dirección facultativa será inapelable.

El Instalador deberá someter a la Dirección facultativa, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la Dirección facultativa.

En algunos casos y a petición de la Dirección facultativa, el Instalador deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Instalador deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la Dirección facultativa con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros Instaladores.

La aprobación por parte de la Dirección facultativa de planos, catálogos y muestras no exime al Instalador de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

#### **6.1.11 Variaciones de proyecto y cambio de materiales.**

El Instalador podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la Dirección facultativa, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La Dirección facultativa evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte del proyecto técnico de instalaciones, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la Dirección facultativa durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Instalador después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

#### **6.1.12 Cooperación con otros instaladores.**

El Instalador deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la Dirección facultativa, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Instalador pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

### **6.1.13 Protección.**

El Instalador deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instaladas.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc. Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislante, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Instalador será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

### **6.1.14 Limpieza de la obra.**

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Instalador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías...).

### **6.1.15 Andamios y aparejos.**

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa instaladora, bajo la supervisión y responsabilidad del Instalador, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

### **6.1.16 Obras de albañilería.**

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, fosos, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Instalador siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la Dirección facultativa.

### **6.1.17 Energía eléctrica y agua.**

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Instalador para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la Actividad interesada (el cliente), salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica al cliente antes de tomar posesión de la obra.

### **6.1.18 Ruidos y vibraciones.**

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la Dirección facultativa, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la Dirección facultativa y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

**6.1.19 Accesibilidad.**

El Instalador hará conocer a la Dirección facultativa, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos.

A este respecto, el contratista deberá cooperar con la empresa instaladora y los otros Instaladores, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Instalador.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Instalador deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Instalador deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

**6.1.20 Canalizaciones.**

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

#### **6.1.21 Manguitos pasamuros.**

El Instalador deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Instalador será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección facultativa, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

#### **6.1.22 Protección de partes en movimiento.**

El contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc., con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

#### **6.1.23 Protección de los elementos a temperatura elevada.**

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

#### **6.1.24 Cuadros y líneas eléctricas.**

El Instalador suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Instalador suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra.

El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Instalador.

El Instalador deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400V entre fases y 230V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

#### **6.1.25 Pinturas y colores.**

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la Dirección facultativa.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

#### **6.1.26 Identificación.**

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado.

Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inamovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

#### **6.1.27 Pruebas.**

El Instalador pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este pliego de condiciones.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Instalador, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

#### **6.1.28 Pruebas finales.**

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la Dirección facultativa cuando así se requiera.

### **6.1.29 Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras a petición del Instalador se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia de la Dirección facultativa y del representante del Instalador, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por la Dirección facultativa y el representante del Instalador, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Instalador deberá entregar a la Dirección facultativa la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de ubicación de los cuadros de control y eléctricos, y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de las instalaciones.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Los Manuales de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La Dirección facultativa entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la Dirección facultativa y el Instalador.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Instalador las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Instalador.

Si el Instalador no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### **6.1.30 Periodos de garantía.**

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Instalador es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Instalador garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### **6.1.31 Recepción definitiva.**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Instalador levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Instalador y ratificada por el Contratante y el Instalador.

#### **6.1.32 Permisos.**

El Instalador junto con la Dirección facultativa, deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

#### **6.1.33 Entrenamiento.**

El Instalador deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y calificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

#### **6.1.34 Repuestos, herramientas y útiles específicos.**

El Instalador incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

#### **6.1.35 Subcontratación de la obras.**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección facultativa del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

#### **6.1.36 Riesgos.**

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Instalador, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Instalador no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Instalador será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Instalador deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

#### **6.1.37 Rescisión del contrato.**

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Instalador, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la Dirección facultativa.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Instalador tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

#### **6.1.39 Pago de obra.**

El pago de obras realizadas se hará a término de las mismas debido a la duración estimada de estas (unos 7 días). En caso de prolongarse estas por un periodo superior a 30 días, se abonarán las certificaciones mensuales de las mismas.

Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Instalador las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### **6.1.40 Abono de materiales acopiados.**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Instalador será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Instalador se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### **6.1.41 Disposición final.**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

### **6.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.**

#### **6.2.1 Generalidades.**

El contratista se comprometerá a utilizar los materiales con las características y marcas que se especifican en el proyecto, si por alguna circunstancia el Contratista quisiera utilizar materiales o aparatos distintos a los especificados en el proyecto, éstos deberán de ser de características similares y necesitará tener la pertinente autorización del Ingeniero Director de obra para poder utilizar estos nuevos materiales.

Una vez iniciadas las obras, deberán continuar sin interrupción, salvo indicación expresa del Director de la obra.

El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la ejecución adecuada y rápida de las mismas.

#### **6.2.2 Instalaciones eléctricas.**

##### **6.2.2.1 Dispositivos generales e individuales**

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará

comprendida entre 1 y 2 m. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNEEN 60.439 - 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

#### **6.2.2.2 Instalación Interior.**

La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio, la intensidad admisible deberá disminuirse en un 15%.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

#### **6.2.2.3. Aparatos de protección.**

El interruptor automático general, será de accionamiento manual o mediante bobina de disparo, el resto de interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando circuitos, sin posibilidad de tomar posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito, estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar en el punto donde se encuentran instalados, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a los 60°C.

Se instalará un interruptor magnetotérmico por cada circuito y en el mismo aparecerán marcadas su intensidad y tensión nominal de funcionamiento.

Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios, serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen, se colocarán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán cambiar en tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión de servicio.

Los interruptores diferenciales podrán proteger a uno o varios circuitos a la vez, provocando la apertura del circuito o circuitos que protegen cuando en alguno de ellos se produzcan corrientes de defecto.

#### **6.2.2.4. Identificación de los conductores.**

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### **6.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones.**

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán

adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### **6.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.**

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia instalador, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### **6.2.2.7. Conexiones Eléctricas.**

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

### **6.2.3 Sistemas de instalación.**

#### **6.2.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.**

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.

- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Resistencia al curvado: Rígido/curvable.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos D 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC -BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

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

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de

40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo

cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

### 6.2.3.2. Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable

- Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Las canales serán metálicas, con las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: +15 °C canales L < 16 mm y -5 °C canales L > 16 mm.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Propiedades eléctricas: Aislante canales L < 16 mm y Continuidad eléctrica/aislante canales L > 16 mm.

Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Grado 4 canales L < 16 mm y no inferior a 2 canales L > 16 mm.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

## **6.2.4 Red de Tierra.**

### **6.2.4.1 Conductores de equipotencialidad.**

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Resistencia de las tomas de tierra.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

### **6.2.5. Centro de transformación.**

#### **6.2.5.1 Obra Civil.**

El tipo de envolvente empleada en la ejecución del Centro de transformación cumplirá las Condiciones Generales prescritas en el MIERAT 14, instrucción primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación y paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrado, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### **6.2.5.2 Aparamenta de alta tensión.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen SF6 (hexafluoruro de azufre) para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:** el aislamiento integral en hexafluoruro de azufre confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso al eventual sumergimiento del centro de transformación por efecto de riadas.
- **Corte:** el corte en SF6 resulta más seguro que al aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Se emplearán celdas del tipo modular, de forma que, en caso de avería, sea posible retirar únicamente la celda dañada. La celda de seccionamiento y protección incorporará una protección del tipo autoalimentado, es decir, que no necesita imperativamente alimentación externa. Esta protección será electrónica, dotada de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas) y entrada para disparo por MITOP sin necesidad de alimentación auxiliar.

#### **6.2.5.3 Transformador.**

El transformador instalado en este centro de transformación será trifásico, seco I, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria de cálculo en el apartado “Características del Transformador elegido”.

Para conseguir una buena ventilación, el transformador se situará en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

#### 6.2.5.4 Equipo de medida.

El Centro dispondrá de los dispositivos necesarios para realizar la medida de la energía en MT, ya que se trata de un Centro del tipo abonado o cliente.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria, tanto para los montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación, etc.).

#### 6.2.5.5 Puesta a tierra del centro de transformación.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de instalación y valores deseados para las puestas a tierra.

##### *Puesta a tierra de protección*

- A este circuito de puesta a tierra se unirán:
- Masas de A.T.
- Masas de B.T.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Armaduras metálicas interiores de la edificación.
- Cuba metálica del transformador.
- Autoválvulas de A.T.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Bornes de p.a.t. de los dispositivos portátiles de p.a.t.

##### *Puesta a tierra de servicio*

Al ser la tensión de defecto a tierra en el Centro de Transformación superior a 1.000 V, es necesaria la colocación de una tierra de servicio, a la cual se conectará el neutro del transformador, los bornes de p.a.t. de los trafos de B.T. y las autoválvulas de B.T. segregados de la puesta a tierra de protección.

La línea de tierra de neutro estará aislada en todo su trayecto con un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 minuto) y de 20 kV a impulso tipo rayo de onda  $1'2/50\mu\text{s}$ .

#### 6.2.5.6 Normas de ejecución de la instalación.

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas

y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Industria y Energía.

Por tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

#### **6.2.5.7 Pruebas y comprobación reglamentarias.**

##### *Celdas*

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo a frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo a onda de choque 1'2/50 milisegundos.
- Verificación del grado de protección.

##### *Puesta a tierra del centro.*

Antes de proceder a realizar la puesta en servicio del Centro de Transformación se comprobará que los valores de la puesta a tierra de protección y de servicio están dentro de los valores admitidos en el proyecto. Si los valores fuesen superiores, se tomarían las medidas oportunas para reducirlos a los valores deseados.

#### **6.2.5.8 Puesta en servicio y desconexión del centro de transformación.**

Para realizar la puesta en servicio del Centro de Transformación se procederá en el siguiente orden:

- Conexión del Seccionador.
- Interruptor automático de alta tensión.
- Interruptor general de baja tensión.

Para realizar la desconexión se procederá en orden inverso al anterior, es decir:

- Desconexión del interruptor general de baja tensión.
- Desconexión del interruptor automático de alta tensión.
- Desconexión del seccionador.

La razón de estas secuencias se encuentra en el hecho de que, al accionar los seccionadores en carga, se producen unas descargas entre los extremos próximos del seccionador, que podrían producir accidentes graves.

### **6.2.5.9 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

El centro de transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe de estar de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Alta Tensión ( MIE-RAT 14, apartado 5.1 ) e, igualmente debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo superior al mayor de los fondos de esas celdas.

En el interior del centro de transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro de transformación se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se colocarán las instrucciones sobre primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia nominal.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y clara las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta. Igualmente, si la celda contiene SF<sub>6</sub> bien sea para el corte o para el aislamiento, debe dotarse con un manómetro para la comprobación de la correcta presión del gas antes de realizar la maniobra.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

### **6.2.6 Cuadro de distribución de baja tensión.**

Tendrá como mínimo, las dimensiones calculadas en el presente proyecto, para que pueda albergar toda la aparamenta y los dispositivos de mando y protección necesarios de la instalación eléctrica de la nave.

Junto al cuadro de distribución de baja tensión se colocará una batería automática de condensadores para mejorar el  $\cos_\phi$  de la instalación, el cual será bajo, debido al elevado número de motores que existen en la instalación.

## **6.2.7 Protección contra incendios.**

### **6.2.7.1 Alumbrado de emergencia.**

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70 % de su valor nominal.
- Mantendrá las condiciones de servicio que se relacionan a continuación, durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lx en los espacios definidos anteriormente.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

## **DOCUMENTO N°5 SEGURIDAD Y SALUD**

## **Índice**

### 4.1 Memoria Descriptiva

#### 4.1. 1 Cumplimiento de las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción

#### 4.1. 2 Principios Generales Aplicables durante la Ejecución de la Obra

#### 4.1. 3 Identificación de los Riesgos

##### 4.1.3. 1 Medios y Maquinaria

##### 4.1.3. 2 Trabajos Previos

##### 4.1.3. 3 Movimientos de Tierras y Excavaciones

##### 4.1.3. 4 Cimientos

##### 4.1.3. 5 Estructura

##### 4.1.3. 6 Ramo de Paleta

##### 4.1.3. 7 Cubierta

##### 4.1.3. 8 Revestimientos y Acabados

##### 4.1.3. 9 Instalaciones

#### 4.1. 4 Relación No Exhaustiva de los Trabajos que Implican Riesgos Especiales

#### 4.1. 5 Medidas de Prevención y Protección

##### 4.1.5. 1 Medidas de Protección Colectiva

##### 4.1.5. 2 Medidas de Protección Individual

##### 4.1.5. 3 Medidas de Protección a Terceros

#### 4.1. 6 Primeros Auxilios

### 4. 2 Normativa de Seguridad y Salud en las Obras

#### 4.2. 1 Relación de normas y reglamentos aplicables

#### 4.2. 2 Resolución de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos Medios de Protección Personal de Trabajadores

## **4.1 Memoria Descriptiva**

### **4.1.1 Cumplimiento de las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción**

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como información útil para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el cual se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud a las obras de construcción.

En base al artículo 7 y en aplicación de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista ha de elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente documento.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no haya, por la Dirección facultativa. En caso de obras de las Administraciones Públicas se deberá someter a la aprobación de esta Administración.

Se recuerda la obligatoriedad de que a cada centro de trabajo haya un Libro de Incidencias por el seguimiento del Plan. Cualquier anotación hecha al Libro de Incidencias deberá ponerse en conocimiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de 24 horas.

Aun así se recuerda que, según el artículo 15 del Real decreto, los contratistas y subcontratistas habrán de garantizar que los trabajadores reciban la información adecuada de todas las medidas de seguridad y salud en la obra.

Antes del comienzo de los trabajos el promotor habrá de efectuar un aviso a la autoridad laboral competente, según modelo incluido al anexo III del Real decreto.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente habrá de incluir el Plan de Seguridad y Salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o cualquier integrante de la Dirección facultativa, en caso de apreciar un riesgo grave inminente para la seguridad de los trabajadores, podrá parar la obra parcialmente o totalmente, comunicándolo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, al contratista, subcontratistas y representantes de los trabajadores.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### **4.1. 2 Principios Generales Aplicables durante la Ejecución de la Obra**

El artículo 10 del R.D.1627/1997 establece que se aplicarán los principios de acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre)" durante la ejecución de la obra y en particular en las siguientes actividades:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpia
- La elección del emplazamiento de los lugares y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los diferentes materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y condicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular si se trata de materias y sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y runas.
- La adaptación en función de la evolución de la obra del periodo de tiempo efectivo que se deberá dedicar a los diferentes trabajos o fases del trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, sub-contratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice a la obra o cerca de la obra.

Los principios de acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/95 son los que se describen a continuación.

El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención, de acuerdo con los siguientes principios generales:

- Evitar riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular con el que respeta a la concepción de los puestos de trabajo, la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, por tal de reducir el trabajo monótono y repetitivo y reducir los efectos del mismo a la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.

- Sustituir aquello que es peligroso por aquello que tenga poco o ningún peligro
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que pongan por ante la protección colectiva a la individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

El empresario tendrá en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendar los trabajos.

El empresario adoptará las medidas necesarias para garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones e imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su aplicación se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, que sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de los mencionados riesgos sea substancialmente inferior a las de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.

Podrán concertar operaciones de seguros que tengan como finalidad garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto de ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto los socios, la actividad de los cuales consista en la prestación de su trabajo personal.

### **4.1. 3 Identificación de los Riesgos**

Sin perjuicio de las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicables a la obra establecidas al anexo IV del Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, se enumeran a continuación los riesgos particulares de diferentes trabajos de obra, considerando que algunos de ellos se pueden dar durante todo el proceso de ejecución de la obra o bien ser aplicables a otros trabajos.

Se deberá tener especial cuidado en los riesgos más habituales en las obras, como por ejemplo son, caídas, cortes, quemaduras, erosiones y golpes, habiéndose de adoptar en cada momento la postura más adecuada por el trabajo que se realice.

Además, se debe tener en cuenta las posibles repercusiones a las estructuras de edificación vecinas y tener cuidado en minimizar en todo momento el riesgo de incendio.

Aun así, los riesgos relacionados se habrán de tener en cuenta por los previsibles trabajos posteriores (reparación, mantenimiento...).

#### **4.1.3.1 Medios y Maquinaria**

- Atropellos, choques con otros vehículos, cogidas
- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Desplome y o/caída de maquinaria de obra (grúas...)
- Riesgos derivados del funcionamiento de grúas
- Caída de la carga transportada
- Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
  - Golpes y tropiezos
  - Caída de materiales, rebotes
  - Ambiente excesivamente ruidoso
  - Contactos eléctricos directas o indirectas
  - Accidentes derivados de condiciones atmosféricas

#### **4.1.3.2 Trabajos Previos**

- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras,plataformas)
  - Golpes y tropiezos
  - Caída de materiales, rebotes
  - Sobre esfuerzos por posturas incorrectas
  - Vuelco de materiales
  - Riesgos derivados del almacenamiento de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas)

#### **4.1.3.3 Movimientos de Tierras y Excavaciones**

- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
  - Golpes y tropiezos
  - Desprendimiento y/o desplome de tierras y/o rocas
  - Caída de materiales, rebotes
  - Ambiente excesivamente ruidoso
  - Desplome y o/caída de las paredes de contención, pozos y zanjas
  - Desplome y o/caída de las edificaciones vecinas
  - Accidentes derivados de condiciones atmosféricas
  - Sobreesfuerzos por posturas incorrectas
  - Riesgos derivados del desconocimiento del suelo a excavar

#### 4.1.3.4 Cimientos

- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Proyección de partículas durante los trabajos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
  - Contactos con materiales agresivos
  - Cortes y pinchazos
  - Golpes y tropiezos
  - Caída de materiales, rebotes
  - Ambiente excesivamente ruidoso
  - Desplome y o/caída de las paredes de contención, pozos y zanjas
  - Desplome y o/caída de las edificaciones vecinas
  - Desprendimiento y/o desplome de tierras y/o rocas
  - Contactas eléctricos directos o indirectos
  - Sobreesfuerzos por posturas incorrectas
  - Fallo de encofrados
  - Fallo de calzadas
  - Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos
  - Vuelco de material
  - Riesgos derivados del almacenamiento de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas)

#### 4.1.3.5 Estructura

- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Proyección de partículas durante los trabajos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
  - Contactos con materiales agresivos
  - Cortes y pinchazos
  - Golpes y tropiezos
  - Caída de materiales, rebotes
  - Ambiente excesivamente ruidoso
  - Contactos eléctricos directos o indirectos
  - Sobre esfuerzos por posturas incorrectas
  - Fallo de encofrados
  - Generación excesiva de polos o emanación de gases tóxicos
  - Vuelco de material
  - Riesgos derivados del almacenamiento de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas)
    - Riesgos derivados del acceso a las plantas
    - Riesgos derivados de la subida y recepción de los materiales

#### **4.1.3.6 Ramo de Paleta**

- Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos
- Proyección de partículas durante los trabajos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
  - Contactos con materiales agresivos
  - Cortes y pinchazos
  - Golpes y tropiezos
  - Caída de materiales, rebotes
  - Ambiente excesivamente ruidoso
  - Sobre esfuerzos por posturas incorrectas
  - Vuelco de material
  - Riesgos derivados del almacenamiento de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas)

#### **4.1.3.7 Cubierta**

- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Proyección de partículas durante los trabajos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
  - Contactos con materiales agresivos
  - Cortes y pinchazos
  - Golpes y tropiezos
  - Caída de materiales, rebotes
  - Ambiente excesivamente ruidoso
  - Sobreesfuerzos por posturas incorrectas
  - Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos
  - Caídas de palos y antenas
  - Volcada de material
  - Riesgos derivados del almacenamiento de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas)

#### **4.1.3.8 Revestimientos y Acabados**

- Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos
- Proyección de partículas durante los trabajos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
  - Contactos con materiales agresivos
  - Cortes y pinchazos
  - Golpes y tropiezos
  - Caída de materiales, rebotes

- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas
- Vuelco de material
- Riesgos derivados del almacenamiento de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas)

#### **4.1.3.9 Instalaciones**

- Interferencias con Instalaciones suministro público (agua, luz, gas...)
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
- Cortes y pinchazos
- Golpes y tropiezos
- Caída de materiales, rebotes
- Emanaciones de gases en aperturas de pozos muertos
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas
- Caídas de palos y antenas

#### **4.1.4 Relación No Exhaustiva de los Trabajos que Implican Riesgos Especiales**

La relación de trabajos que implican riesgos especiales que se indican en el Anexo II del R.D.1627/1997 son los siguientes:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados o el entorno al puesto de trabajo.
- Trabajos en los cuales la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o por los cuales la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.
- Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes por los cuales la normativa específica obligue a la delimitación de zonas controladas o vigiladas
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión
- Trabajos que expongan en riesgo de ahogamiento por inmersión
- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierras subterráneos
- Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático
- Trabajos realizados en cuartos de aire comprimido
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados.

#### **4.1.5 Medidas de Prevención y Protección**

Como criterio general primaran las protecciones colectivas frente a las individuales.

Además, se habrán de mantener en buen estado de conservación los medios auxiliares, la maquinaria y las herramientas de trabajo. Por otro lado los medios de protección habrán de estar homologados según la normativa vigente.

Aun así, las medidas relacionadas se habrán de tener en cuenta por los previsibles trabajos posteriores (reparación, mantenimiento...).

#### **4.1.5.1 Medidas de Protección Colectiva**

- Organización y planificación de los trabajos para evitar interferencias entre los diferentes trabajos y circulaciones dentro lo obra
- Señalización de las zonas de peligro
- Prever el sistema de circulación de vehículos y su señalización, tanto al interior de la obra como en relación con los viales exteriores
- Dejar una zona libre en torno a la zona excavada por el paso de maquinaria
- Inmovilización de camiones intermediando falcas y/o topes durante las tareas de carga y descarga
- Respetar las distancias de seguridad con las Instalaciones existentes
- Los elementos de las Instalaciones deben estar con las debidas protecciones aislantes
- Fundamentación correcta de la maquinaria de obra
- Montaje de grúas hecho por una empresa especializada, con revisiones periódicas, control de la carga máxima, delimitación del radio de acción, frenada, bloqueo, etc
- Revisión periódica y mantenimiento de maquinaria y equipos de obra
- Sistema de riego que impida la emisión de polvo en grandes cantidades
- Comprobación de la adecuación de las soluciones de ejecución al estado real de los elementos (subsuelo, edificaciones vecinas)
- Comprobación de apuntalamientos, condiciones de estribadas y pantallas de protección de zanjas
- Utilización de pavimentos antideslizantes
- Colocación de barandillas de protección en lugares con peligro de caída
- Colocación de redes en agujeros horizontales
- Protección de agujeros y fachadas para evitar la caída de objetos (redes, lonas)
- Uso de canalizaciones de evacuación de runas, correctamente instaladas
- Uso de escaleras de mano, plataformas de trabajo y andamios
- Colocación de plataformas de recepción de materiales en plantas altas

#### **4.1.5.2 Medidas de Protección Individual**

- Utilización de caretas y gafas homologadas contra el polvo y/o proyección de partículas
- Utilización de calzado de seguridad
- Utilización de casco homologado

- En todas las zonas elevadas dónde no haya sistemas fijos de protección hará falta establecer puntos de anclaje seguros para poder sujetar el cinturón de seguridad homologado, la utilización del cual será obligatoria
- Utilización de guantes homologados para evitar el contacto directo con materiales agresivos y minimizar el riesgo de cortes y pinchazos
- Utilización de protectores auditivos homologados en ambientes excesivamente ruidosos
- Utilización de mandiles
- Sistemas de sujeción permanente y de vigilancia por más de un operario en los trabajos con peligro de intoxicación. Utilización de equipos de suministro de aire

#### **4.1.5.3 Medidas de Protección a Terceros**

- Cierre, señalización y alumbrado de la obra. Caso que el cierre invada la calzada se debe prever un pasillo protegido por el paso de peatones. El cierre ha de impedir que personas ajenas a la obra puedan entrar.
- Prever el sistema de circulación de vehículos tanto al interior de la obra como en relación con los viales exteriores
- Inmovilización de camiones mediante falcas y/o topes durante las tareas de carga y descarga
- Comprobación de la adecuación de las soluciones de ejecución al estado real de los elementos (subsuelo, edificaciones vecinas)
- Protección de agujeros y fachadas por evitar la caída de objetos (redes, lonas)

#### **4.1.6 Primeros Auxilios**

Se dispondrá de un botiquín con el contenido de material especificado a la normativa vigente. Se informará al inicio de la obra, de la situación de los diferentes centros médicos a los cuales se habrán de trasladar los accidentados.

Es conveniente disponer en la obra y en lugar bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc.

Para garantizar el rápido traslado de los posibles accidentados.

## **4.2 Normativa de Seguridad y Salud en las Obras**

### **4.2.1 Relación de normas y reglamentos aplicables**

**Directiva 92/57/CEE de 24 de Junio (DON: 26/08/92)**

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles

**RD 1627/1997 de 24 de octubre (BOE: 25/10/97)**

Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción  
*Transposición de la Directiva 92/57/CEE*  
*Deroga el RD 555/86 sobre obligatoriedad de inclusión de Estudio de Seguridad e Higiene en proyectos de edificación y obras públicas*

**Ley 31/1995 de 8 de noviembre (BOE: 10/11/95)**

Prevención de riesgos laborales  
 Desarrollo de la Ley a través de las siguientes disposiciones:

**RD 39/1997** de 17 de enero (BOE: 31/01/97).  
 Reglamento de los Servicios de Prevención  
 Modificaciones: RD. 780/1998 de 30 de abril (BOE: 01/05/98)

**RD 485/1997** de 14 de abril (BOE: 23/04/97)  
 Disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo

**RD 486/1997** de 14 de abril (BOE: 23/04/97)  
 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo  
*En el capítulo 1 excluye las obras de construcción pero el RD 1627/1997 lo nombra en cuanto a escaleras de mano.*  
*Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 09/03/1971)*

**RD 487/1997** de 14 de abril (BOE: 23/04/97)  
 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores

**RD 488/97** de 14 de abril (BOE: 23/04/97)  
 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización

**RD 664/1997** de 12 de mayo (BOE: 24/05/97)  
 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo

**RD 665/1997** de 12 de mayo (BOE: 24/05/97)  
 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

**RD 773/1997** de 30 de mayo (BOE: 12/06/97)

Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

**RD 1215/1997** de 18 de julio (BOE: 07/08/97)

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

*Transposición de la Directiva 89/655/CEE sobre utilización de los equipos de trabajo*

*Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 09/03/1971)*

**O. de 20 de mayo de 1952** (BOE: 15/06/52)

Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la industria de la Construcción

Modificaciones: O. de 10 de diciembre de 1953 (BOE: 22/12/53)

O. de 23 de septiembre de 1966 (BOE: 01/10/66)

*Art. 100 a 105 derogados per O. de 20 de enero de 1956*

**O. de 31 de enero de 1940. Andamios: Cap. VII, art. 66° a 74°**  
(BOE:03/02/40)

Reglamento general sobre Seguridad e Higiene

**O. de 28 de agosto de 1970. Art. 1° a 4°, 183° a 291° y Anexos I y II**  
(BOE: 05/09/70; 09/09/70)

Ordenanza del trabajo para las industrias de la Construcción, vidrio y cerámica

Corrección de fallos: BOE: 17/10/70

**O. de 20 de septiembre de 1986** (BOE: 13/10/86)

Modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene

Corrección de fallos: BOE: 31/10/86

**O. de 16 de diciembre de 1987** (BOE: 29/12/87)

Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación

**O. de 31 de agosto de 1987** (BOE: 18/09/87)

Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado

**O. de 23 de mayo de 1977** (BOE: 14/06/77)

Reglamento de aparatos elevadores para obras

Modificación: O. de 7 de marzo de 1981 (BOE: 14/03/81)

**O. de 28 de junio de 1988** (BOE: 07/07/88)

Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de Aparatos de elevación y Manutención referente a grúas-torre desmontables para obras

Modificación: O. de 16 de abril de 1990 (BOE: 24/04/90)

**O. de 31 de octubre de 1984** (BOE: 07/11/84)

Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto

**O. de 7 de enero de 1987** (BOE: 15/01/87)

Normas complementarias del Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto

**RD 1316/1989** de 27 de octubre (BOE: 02/11/89)

Protección a los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo

**O. de 9 de marzo de 1971** (BOE: 16 i 17/03/71)

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo

Corrección de fallos: BOE: 06/04/71

Modificación: BOE: 02/11/89

*Derogados algunos capítulos por: Ley 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997 i RD 1215/1997*

**O. de 12 de enero de 1998** (DOG: 27/01/98)

Se aprueba el modelo de Libro de incidencias en obres de construcción

#### **4.2.2 Resolución de Normas Técnicas Reglamentarias para Distintos Medios de Protección Personal de Trabajadores**

- R. de 14 de diciembre de 1974 (BOE: 30/12/74): N.R. MT-1: Cascos no metálicos

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 01/09/75): N.R. MT-2: Protectores auditivos

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 02/09/75): N.R. MT-3: Pantallas para soldadores

Modificación: BOE: 24/10/75

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 03/09/75): N.R. MT-4: Guantes aislantes de

- Electricidad

Modificación: BOE: 25/10/75

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 04/09/75): N.R. MT-5: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos

- Modificación: BOE: 27/10/75

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 05/09/75): N.R. MT-6: Banquetas aislantes de maniobras

Modificación: BOE: 28/10/75

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 06/09/75): N.R. MT-7: Equipos de protección personal de vías respiratorias. Normas comunes y adaptadores faciales

Modificación: BOE: 29/10/75

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 08/09/75): N.R. MT-8: Equipos de protección personal de vías respiratorias: filtros mecánicos

## **DOCUMENTO N°6 PRESUPUESTO**

1. Desglose.....	178
2. Presupuesto de ejecución de material.....	196
3. Presupuesto por contrata.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 7
4. Presupuesto para conocimiento de la administración	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 198

1. DESGLOSE

Código	Resumen	Unidad	Precio/Unidad	Total
1	Instalación Eléctrica	1,00	89.893,39 €	89.893,39 €
1.1	Centro de Transformación	1,00	57.342,00 €	57.342,00 €
1.1.1	Obra civil	1,00	8.400,00 €	8.400,00 €
	Edificio de transformación			
	Edificio prefabricadón monolocale, de hormigón armado, tipo PFU-4/20 de dimensiones 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio con todos sus elementos según CEI 622171-202, transporte y montaje.	1,00	8.400,00 €	8.400,00 €
1.1.2	Equipo de Media Tensión	1,00	22.475,00 €	22.475,00 €
	Entrada salida 1: CGMCOSMOS-L			
	Módulo metálico de corte y aislamiento integro de gas. Se incluye montaje y conexión.	1,00	6.125,00 €	6.125,00 €
	Protección General: CGMCOSMOS-V			
	Módulo metálico de corte en vacío y aislamiento integro de gas. Se incluye montaje y conexión.	1,00	14.450,00 €	14.450,00 €
	Medida: CGMCOSMOS-M			
	Módulo metálico. Incluye en la celda tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad para la medición. Se incluye montaje y conexionado.	1,00	6.150,00 €	6.150,00 €
	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV			
	Cables MT 12/20 kV tipo DHZ1, unipolares, 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud. Terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV tipo atornillable.	1,00	950,00 €	950,00 €
	Puentes entre celdas: Cables MT 12/20 kV	1,00	950,00 €	950,00 €

	Cables MT 12/20 kV tipo DHZ1, unipolares, 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud.con terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV tipo atornillable.			
1.1.3	Transformadores	1,00	8.350,00 €	8.350,00 €
	Transformador 1 de aceite 12 kV			
	Transformador trifásico reductor de tension con neutro accesible en el secundario de 250 KVA, refrigeración natural de aceite, tension primaria 12-20 kV y tension secundario 420V en vacio. Dyn11, 4% de tensión de cortocircuito y con regulación primaria.	1,00	8.350,00 €	8.350,00 €
1.1.4	Equipo Baja Tensión	1,00	4.279,00 €	4.279,00 €
	Cuadros BT B2 Transformador 1: interruptor en carga + Fusible			
	Cuadro de BT con interruptor manual de corte en carga de 400 A, 440 V de tensión nominal, 10 kV de aislamiento.	1,00	629,00 €	629,00 €
	Puentes BT B1 Transformador 1			
	Juego de puentes de cables de BT de Al (polietileno Reticulado) sin armadura. Incluye accesorios de conexión. 2xfase + 1xneutro de 3 m de longitud.	1,00	900,00 €	900,00 €
	Equipo de medida de energía			
	Contador tarifador electronico multifuncion, registrador electrónico y regleta de verificación	1,00	2.750,00 €	2.750,00 €
1.1.5	Red de Tierras	1,00	4.505,00 €	4.505,00 €
	Tierras exteriores protección transformación: anillo rectangular.			
	Instalacion exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, montado y conexionado. Conductor de cobre de 14 mm unido a picas de acero. 8 m de longitud. Rectángulo de 5x5 m.	1,00	2.025,00 €	2.025,00 €

	Tierras exteriores servicio transformación: picas alineadas			
	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior de Cu aislado. Longitud de picas de 2 m. distancia entre picas 3 m.	1,00	630,00 €	630,00 €
	Tierras Interiores protección transformación: instalación interior de tierras			
	Intalacion de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con conductor de Cu desnudo grapado a la pared, conectado a los equipos de MT y demas aparamenta. Inlcuye caja general de tierra según normativa de la compañía suministradora.	1,00	925,00 €	925,00 €
	Tierras Interiores servicio transformación: instalación interior de tierra			
	Instalacion de piuesta de servicio en el edificio de transformacion,con conductor de Cu aislado grapado a la pared y conectado al neutro de BT. Inlcuye caja general de tierra según normativa de la compañía suministradora.	1,00	925,00 €	925,00 €
1.1.6	Varios			9.333,00 €
	Equipo de Proteccioón y Control: ekorUCT			
	ekorSTP, que incluye ekorCCP, la bateria y cajón de control descritos en la memoria. Incluye programa de control y conexionado.	1,00	233,00 €	233,00 €
	Defensa de Transformador 1: Protección física del transformador			
	Proteccion metálica para defensa del transformador.	1,00	8.500,00 €	8.500,00 €
	Equipo de iluminación			
	Equipo de aumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipo de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergengia y señalización de la	1,00	600,00 €	600,00 €

	salida del local.			
1.2	Canalización exterior y derivaciones	1,00	12.275,10 €	12.275,10 €
1.2.1	LGA (sub.) 4x240mm Cu			
	LGA subterránea, aislada RZ1-k 0,6/1 kV conductor de Cu 4x240mm <sup>2</sup> bajo tubo PVC Dext=255mm. Se incluye tendido del conductor y terminales correspondientes.	70,00	136,39 €	9.547,30 €
	Oficial de primera electricista	0,25	14,20 €	3,55 €
	Ayudante electricista	0,25	11,50 €	2,88 €
	Conductor RZ1-K 0,6/1kV 4x240 Cu	1,00	116,33 €	116,33 €
	Tubo PVC Dext=255mm	1,00	9,66 €	9,66 €
	Costes indirectos.	1,32	3,00 €	3,97 €
1.2.2	DI 3x240mm <sup>2</sup> Cu			
	Derivación individual ES07Z1-K 3x240mm <sup>2</sup> (delimitada entre el cuadro de distribución y el cuadro secundario) bajo tubo rígido de PVC Dext=255mm y conductores de Cu de 240 mm <sup>2</sup> aislados para una tensión nominal d 750V en sistema trifásico mas protección, tendido mediante sus correspondientes accesorios a lo largo de la canaladua del tiro de escaleras o zonas comunes y cumplirá con la UNE 21.123 parte 4 ó 5.	20,00	136,39 €	2.727,80 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,25	11,50 €	2,88 €
	Conductor ESO7Z1-K 0,6/1kV 3x240 Cu.	1,00	116,33 €	116,33 €
	Tubo PVC Dext=255mm	1,00	9,66 €	9,66 €
	Costes indirectos.	0,80	3,00 €	2,40 €
1.3	Cuadros Eléctricos	1,00	6.825,60 €	6.825,60 €
1.3.1	Cuadro General			

	Cuadro tipo distribucion, protección y mando para nave industrial, con o sin pública concurrencia, formado por armario metalico de empotrar o superficie con puerta. Se incluye carriles, embarrados de circuitos y protección. Reserva de cuerda y dispositivo de accionamiento manual o automático, cableado, conexionado y rotulado.	1,00	3.470,23 €	3.470,23 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Interruptor general 500A (III+N)	1,00	500,00 €	500,00 €
	Cuadro metálico o dobe aislamiento estanco	1,00	124,30 €	124,30 €
	Diferencial 160A/4p/300mA	1,00	752,00 €	752,00 €
	Diferencial 125A/4p/300mA	2,00	479,46 €	958,92 €
	PIA 125-160A (III+N)	3,00	220,00 €	660,00 €
	Costes indirectos	44,74	3,00 €	134,21 €
1.3.2	Cuadro secundario			
	Cuadro tipo distribucion, protección y mando para nave industrial, con o sin pública concurrencia, formado por armario metalico de empotrar o superficie con puerta. Se incluye carriles, embarrados de circuitos y protección. Reserva de cuerda y dispositivo de accionamiento manual o automático, cableado, conexionado y rotulado.	1,00	3.355,37 €	3.355,37 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Cuadro metálico o dobe aislamiento estanco	1,00	124,30 €	124,30 €
	Interruptor general 125 A	1,00	250,49 €	250,49 €
	Diferencial 125A/4p/300mA	1,00	479,46 €	479,46 €
	Diferencial 80A/4p/300mA	1,00	220,95 €	220,95 €
	Diferencial 20A/2p/300mA	1,00	45,16 €	45,16 €
	PIA 10-16-20-32-80-100-125 (III+N)	8,00	220,00 €	1.760,00 €
	Costes indirectos	44,74	3,00 €	134,21 €
1.4	Líneas de distribución interior	1,00	9.953,40 €	9.953,40 €
1.4.1	Circ. Eléc. 3x1,5 mm2 (0,6/1kV)			

	Circuito eléctrico para interior del edificio, realizado con tubo de PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de Cu unipolares aislados, tensión nominal 0,6/1 kV, sección 3x1,5mm <sup>2</sup> en sistema monofásico (activo, protección). Se incluye cajas de registro y regletas de conexión.	325,00	6,08 €	1.976,00 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1,00	0,59 €	0,59 €
	Conductor 2x1,5mm <sup>2</sup> 0,6/1KV (Cu)	1,00	0,78 €	0,78 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,80	3,00 €	2,40 €
1.4.2	Circ. Eléc. 3x2,5 mm <sup>2</sup> (0,6/1kV)			
	Circuito eléctrico para interior del edificio, realizado con tubo de PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de Cu unipolares aislados, tensión nominal 0,6/1 kV, sección 3x2,5mm <sup>2</sup> en sistema monofásico (activo, protección). Se incluye cajas de registro y regletas de conexión.	25,00	6,59 €	164,75 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1,00	0,59 €	0,59 €
	Conductor 2x2,5mm <sup>2</sup> 0,6/1KV (Cu)	1,00	1,11 €	1,11 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,80	3,00 €	2,40 €
1.4.3	Circ. Eléc. 3x4 mm <sup>2</sup> (0,6/1kV)			
	Circuito eléctrico para interior del edificio, realizado con tubo de PVC corrugado de D=25gp5 y conductores de Cu unipolares aislados, tensión nominal 0,6/1 kV, sección 3x4mm <sup>2</sup> en sistema monofásico (activo, protección). Se incluye cajas de registro y regletas de conexión.	60,00	7,10 €	426,00 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €

	Tubo PVC corrugado M 25/gp5	1,00	0,78 €	0,78 €
	Conductor 2x4mm <sup>2</sup> 0,6/1KV (Cu)	1,00	1,44 €	1,44 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,80	3,00 €	2,40 €
1.4.4	Circ. Eléc. 3x6 mm <sup>2</sup> (0,6/1kV)			
	Circuito eléctrico para interior del edificio, realizado con tubo de PVC corrugado de D=25/gp5 y conductores de Cu unipolares aislados, tension nominal 0,6/1 kV, sección 3x6mm <sup>2</sup> en sistema monofásico (activo, protección). Se incluye cajas de registro y regletas de conexión.	305,00	9,25 €	2.821,25 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 25/gp5	1,00	0,78 €	0,78 €
	Conductor 2x1,5mm <sup>2</sup> 0,6/1KV (Cu)	1,00	2,34 €	2,34 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,80	3,00 €	2,40 €
1.4.5	Circ. Eléc. 3x10 mm <sup>2</sup> (0,6/1kV)			
	Circuito eléctrico para interior del edificio, realizado con tubo de PVC corrugado de D=25/gp5 y conductores de Cu unipolares aislados, tension nominal 0,6/1 kV, sección 3x10mm <sup>2</sup> en sistema monofásico (activo, protección). Se incluye cajas de registro y regletas de conexión.	75,00	12,44 €	933,00 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 25/gp5	1,00	0,78 €	0,78 €
	Conductor 2x10mm <sup>2</sup> 0,6/1KV (Cu)	1,00	3,76 €	3,76 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirecto	0,80	3,00 €	2,40 €
1.4.6	Circ. Eléc. 3x16 mm <sup>2</sup> (0,6/1kV)			0,00 €

	Circuito eléctrico para interior del edificio, realizado con tubo de PVC corrugado de D=25mm y conductores de Cu unipolares aislados, tensión nominal 0,6/1 kV, sección 3x16mm <sup>2</sup> en sistema monofásico (activo, protección). Se incluye cajas de registro y regletas de conexión.	88,00	15,01 €	1.320,88 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 25/gp5	1,00	0,78 €	0,78 €
	Conductor 2x16mm <sup>2</sup> 0,6/1KV (Cu)	1,00	5,55 €	5,55 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,80	3,00 €	2,40 €
1.4.7	Circ. Eléc. 3x25 mm <sup>2</sup> (0,6/1kV)			
	Circuito eléctrico para interior del edificio, realizado con tubo de PVC corrugado de D=25/gp5 y conductores de Cu unipolares aislados, tensión nominal 0,6/1 kV, sección 3x25mm <sup>2</sup> en sistema monofásico (activo, protección). Se incluye cajas de registro y regletas de conexión.	95,00	17,20 €	1.634,00 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 25/gp5	1,00	0,78 €	0,78 €
	Conductor 2x25mm <sup>2</sup> 0,6/1KV (Cu)	1,00	6,97 €	6,97 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,80	3,00 €	2,40 €
1.4.8	Circ. Eléc. 3x35 mm <sup>2</sup> (0,6/1kV)			
	Circuito eléctrico para interior del edificio, realizado con tubo de PVC corrugado de D=25/gp5 y conductores de Cu unipolares aislados, tensión nominal 0,6/1 kV, sección 3x35mm <sup>2</sup> en sistema monofásico (activo, protección). Se incluye cajas de registro y regletas de conexión.	30,00	19,35 €	580,50 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €

	Tubo PVC corrugado M 25/gp5	1,00	0,78 €	0,78 €
	Conductor 2x35mm <sup>2</sup> 0,6/1KV (Cu)	1,00	6,97 €	6,97 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,80	3,00 €	2,40 €
1.5	Toma de tierra	1,00	757,30 €	757,30 €
1.5.1	Toma de tierra (pica)			
	Toma tierra con pica cobriza de D=14,3mm y 2m de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35mm <sup>2</sup> conexionado mediante soldadura aluminotermica ITC-BT-18.	5,00	151,46 €	757,30 €
	Oficial de primera electricista	0,50	14,20 €	7,10 €
	Ayudante electricista	0,50	11,50 €	5,75 €
	Pica de tierra 2000/14,3 i/bri	1,00	13,60 €	13,60 €
	Conductor desnudo Cu 35mm <sup>2</sup>	30,00	4,02 €	120,60 €
	Costes indirectos	1,47	3,00 €	4,41 €
1.6	Puntos de luz y tomas de corrientes	1,00	2.740,00 €	2.740,00 €
1.6.1	Punto de luz sencillo SIMÓN-31			
	Punto de luz sencillo realizado en PVC corrugado M 20/gp5 y conductor Cu rígido de 1,5mm <sup>2</sup> con aislamiento 750V. Se incluye caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, portalámparas de obra, interruptor unipolar SIMON-31 blanco y marco respectivo, montado e instalado.	20,00	26,39 €	527,80 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1,00	0,59 €	0,59 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Conductor rígido 750V; Cu 1,5mm <sup>2</sup>	1,00	0,32 €	0,32 €
	Portalámparas para obra	1,00	0,72 €	0,72 €
	Interruptor SIMÓN-31 blanco	1,00	8,88 €	8,88 €
	Costes indirectos	0,26	3,00 €	0,77 €
1.6.2	Punto conmutado SIMÓN-31			

	Punto de luz sencillo realizado en PVC corrugado M 20/gp5 y conductor Cu rígido de 1,5mm2 con aislamiento 750V. Se incluye caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, portalámparas de obra, conmutador SIMON-31 blanco y marco respectivo, montado e instalado.	20,00	49,89 €	997,80 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1,00	7,84 €	7,84 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Conductor rígido 750V; Cu 1,5mm2	1,00	12,50 €	12,50 €
	Portalámparas para obra	1,00	0,72 €	0,72 €
	Conmutador SIMÓN-31 blanco	2,00	9,53 €	19,06 €
	Costes indirectos.	0,48	3,00 €	1,45 €
1.6.3	Base enchufe "schuko" SIMÓN-31			
	Base de enchufe con toma de tierra lateral realizado en PVC corrugado M 20/gp5 y conductor Cu rígido de 2,5mm2 con aislamiento 750V.(Activo, neutro y protección) Se incluye caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16A (II+TT) sistema "schuko" SIMON-31 blanco y marco respectivo, montado e instalado.	20,00	30,36 €	607,20 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1,00	0,59 €	0,59 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Conductor rígido 750V; Cu 1,5mm2	1,00	0,32 €	0,32 €
	Portalámparas para obra	1,00	0,72 €	0,72 €
	Base enchufe "schuko" SIMÓN-31 blanco	1,00	8,00 €	8,00 €
	Costes indirectos.	0,48	3,00 €	1,45 €
1.6.4	Base enchufe "schuko" SIMÓN-75			

	Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en PVC corrugado M 20/gp5 y conductor Cu rígido de 2,5mm <sup>2</sup> con aislamiento 750V. (Fases, neutro y protección) Se incluye caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16A (II+TT) sistema "schuko" SIMON-75 blanco y marco respectivo, montado e instalado.	20,00	30,36 €	607,20 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1,00	0,59 €	0,59 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Conductor rígido 750V; Cu 1,5mm <sup>2</sup>	1,00	0,54 €	0,54 €
	Base enchufe "schuko" SIMÓN-75 blanco	1,00	24,00 €	24,00 €
	Costes indirectos.	0,48	3,00 €	1,45 €
2	Iluminación			4.862,61 €
2.1.	Emerg. HYDRA N10 500 Lúm.			
	Bloque autónomo de emergencia IP42 IK 04 serie HYDRA N10 de superficie semiemotrado, enrasado en pared, banderola o estanco de 450 lúmenes con lámpara de emergencia de FL 8W. Carcasa prefabricada en policarbonato blanco. Difusor en policarbonato transparente. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca a alta temperatura. Construido según UNE-20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, material y conexionado incluido.	5,00	89,91 €	449,55 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1,00	4,72 €	4,72 €
	Bloque aut. Emer. HYDRA N10	1,00	69,06 €	69,06 €
	Conductor rígido 750V; Cu 1,5mm <sup>2</sup>	1,00	5,76 €	5,76 €
	Etiquetas, y peq. Material	1,00	3,18 €	3,18 €
	Costes indirectos.	0,87	3,00 €	2,62 €

2.2	Emerg. HYDRA N10 100 Lúm.			
	Bloque autónomo de emergencia IP42 IK 04 serie HYDRA N2 de superficie semiemotrado, enrasado en pared, banderola o estanco de 95 lúmenes con lámpara de emergencia de FL 8W. Carcasa prefabricada en policarbonato blanco. Difusor en policarbonato transparente. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca a alta temperatura. Construido según UNE-20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, material y conexionado incluido.	9,00	61,43 €	552,87 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1,00	4,72 €	4,72 €
	Bloque aut. Emer. HYDRA N10	1,00	41,41 €	41,41 €
	Conductor rígido 750V; Cu 1,5mm <sup>2</sup>	1,00	5,76 €	5,76 €
	Etiquetas, y peq. material	1,00	3,18 €	3,18 €
	Costes indirectos	0,60	3,00 €	1,79 €
2.3	Refletas de superficie 2x18W			
	Regleta de superficie 2x18w SYLVANIA con protección IP 20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7mm pintado Epoxi poliéster en horno, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes trifósforos (alto rendimiento), replanteo, peq. material y conexionado.	43,00	18,81 €	808,83 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Regleta de 2x18w Sylvania	1,00	9,19 €	9,19 €
	Lámpara fluorescente Trif. 18W	1,00	3,36 €	3,36 €
	Costes indirectos	0,18	3,00 €	0,55 €
2.4	Refletas de superficie 1x26W			

	Regleta de superficie de 1x26W SYLVANIA con protección IP 20 clase I cuerpo de chapa de acero de 0,7mm pintado Epoxi poliéster en horno, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con:: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes trifósforos (alto rendimiento), replanteo, peq. material y conexionado.	13,00	18,81 €	244,53 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Regleta de 1x26w Sylvania	1,00	9,78 €	9,78 €
	Lámpara fluorescente Trif. 26W	1,00	3,75 €	3,75 €
	Costes indirectos	0,18	3,00 €	0,55 €
2.5	Foco base halógeno 400W			
	Foco base halógeno 400W EXPOFLOOD 400 LUMIANCE o similar para conexión directa o con adaptador a carril, con protección IP 40 clase I, con cuerpo metálico lacado al horno con articulación giratoria cerrado con cristal, lámpara halógena 400W, 220V. Se incluye replanteo, sistema de fijación, pequeño material y conexionado.	18,00	111,27 €	2.002,86 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Foco, base y halógeno 400W	1,00	105,07 €	105,07 €
	Costes indirectos	1,08	3,00 €	3,24 €
2.6	Farola 1 Farol + Columna (Clásico)			
	Farola clásica 1 farol con columna clásica ESTILO ESPAÑOL mod. Villa, de chapa y motivos de función, espesor 5mm, altura 5m, galvanizado y pintado. Se incluye lámpara de Na alta presión de 150W, portalámparas, anclaje al suelo, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.	3,00	111,27 €	333,81 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Farola 1 Farol + Columna (Clásico)	1,00	376,51 €	376,51 €

	Costes indirectos	4,19	3,00 €	12,58 €
2.7	Farola Mural 1 Farol			
	Farol clásico para colocaión mural en parees exteriores, ESTILO ESPAÑOL mod. Villa, de chapa y motivos de fundición, espesor 5mm. Se incluye lámpara fluorescente 1x18W, portalámparas, recibido al muro, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.	9,00	52,24 €	470,16 €
	Oficial de primera eletricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Farol mural (Clásico)	1,00	41,84 €	41,84 €
	Costes indirectos	0,51	3,00 €	1,52 €
3	Protección contra incendios			1.380,78 €
3.1	Extintor polvo ABC 6Kg. EF 21A-113B			
	Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materiales sólidos, líquidos, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6Kg.de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado. Certificado AENOR.	4,00	45,79 €	183,16 €
	Peón suelto	0,20	13,58 €	2,72 €
	Extintor polvo ABC 6Kg.	1,00	43,27 €	43,27 €
	Costes indirectos	0,45	3,00 €	1,34 €
3.2	Extintor nieve carb. 5Kg.			
	Extintor de nieve carbónico CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materiales sólidos, líquidos e incendios de equipos eléctricos, de 5Kg. agente extintor con soporte y manguera con difusor según CTE/DB -Si 4, totalmente instalado.	5,00	112,46 €	562,30 €
	Peón suelto	0,10	13,58 €	1,36 €
	Extintor nieve carbónica 5Kg.	1,00	107,82 €	107,82 €
	Costes indirectos	1,09	3,00 €	3,28 €

3.3	Hidrante arqueta 4" (1X100)			
	Hidrante subterráneo en hierro fundido, entrada de 100mm y salida de 100mm con racor tipo bombeo, según CTE/DB-Si 4, certificado AENOR. Se incluye tapa, cerco, llave e instalación	1,00	476,77 €	476,77 €
	Oficial de primera fontanero	3,80	13,50 €	51,30 €
	Ayudante fontanería	3,80	11,00 €	41,80 €
	Hidrante arqueta 4" (1X100)	1,00	396,78 €	396,78 €
	Costes indirectos	4,63	3,00 €	13,89 €
3.4	Señal luminiscente evacuación			
	Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, no salida,...) de 297x148mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada según norma UNE 23033 y CTE/DB-Si 4	15,00	10,57 €	158,55 €
	Ayudante	0,15	13,76 €	2,06 €
	P. salida emergencia 297x148mm	1,00	8,20 €	8,20 €
	Costes indirectos	0,13	3,00 €	0,39 €
4	Seguridad y salud	1,00	4.453,36 €	4.453,36 €
4.1	Seg. y salud nivel medio bloque			
	Ejecución del Plan de Seguridad y Salud o estudio básico, por m2 construido en NAVE, con nivel medio de exigencia, previa aprobación por parte de la dirección facultativa del mencionado Plan o Estudio Básico, incluyendo instalaciones provisionales de obra y señalización, protecciones personales, protecciones colectivas; todo ello cumpliendo la reglamentación vigente.	1250,00	2,06 €	2.575,00 €
	Plan seg. y salud nivel medio	1,00	2,00 €	2,00 €
	Costes indirectos	0,20	3,00 €	0,60 €
4.2	Acomet. prov. eléct. a caseta			

	Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	1,00	102,44 €	102,44 €
	Acom. prov. eléc. a caseta	1,00	99,45 €	99,45 €
	Costes indirectos	1,00	3,00 €	2,99 €
4.3	Acomet. prov. fontanería a caseta			
	Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	1,00	90,38 €	90,38 €
	Acom. prov. fontanería a caseta	1,00	87,57 €	87,57 €
	Costes indirectos	0,88	3,00 €	2,63 €
4.4	Acomet. prov. saneam. a caseta			
	Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra	1,00	74,98 €	74,98 €
	Acom. prov. saneam. a caseta	1,00	72,80 €	72,80 €
	Costes indirectos	0,73	3,00 €	2,18 €
4.5	Alq. caseta ofic. + aseo			
	Mes de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo. Estructura metálica, asilamiento interior, revestimiento en PVC, puerta de chapa galvanizada, ventana de Al, instalación eléctrica a 220V, diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40W, enchufes para 1500W y punto de luz exterior de 60W.	2,00	105,06 €	210,12 €
	Alquiler de caseta con aseo	1,00	102,00 €	102,00 €
	Costes indirectos	1,02	3,00 €	3,06 €
4.6	Casco de segur.			
	Casco de seguridad con desudador, homologado CE	20,00	1,87 €	37,40 €
	Casco de seg. hom.	1,00	1,82 €	1,82 €
	Costes indirectos	0,40	3,00 €	1,20 €
4.7	Botas de seg.			
	Par de botas de seguridad homologadas CE.	20,00	25,45 €	509,00 €
	Par de botas de seg. homologadas	1,00	24,50 €	24,50 €

	Costes indirectos	0,25	3,00 €	0,74 €
4.8	Red horiz. protec. huecos			
	Red horizontal para protección de huecos de poliamida de 75x75m. Se incluye colocación	10,00	3,57 €	35,70 €
	Oficial de segunda	0,08	14,50 €	1,16 €
	Peón suelto	0,08	13,58 €	1,09 €
	Red de segur.	0,30	0,95 €	0,29 €
	Anclaje a forjado.	3,00	0,32 €	0,96 €
	Costes indirectos	0,04	3,00 €	0,11 €
4.9	Mallazo de protec. huecos			
	Mallazo electrosoldado de 15x15 cm para protección de huecos, incluido colocación y desmontado.	15,00	4,26 €	63,90 €
	Oficial de segunda	0,08	14,50 €	1,16 €
	Peón suelto	0,08	13,58 €	1,09 €
	Puntas plana 20x100	0,08	2,00 €	0,16 €
	Mallazo 15x15cm 1,35Kg/m2	1,00	2,10 €	2,10 €
	Costes indirectos	0,04	3,00 €	0,12 €
4.10	Protec. andamio malla tupida			
	Protección vertical andamio con malla tupida plástica. Se incluye colocación y desmontaje.	25,00	3,21 €	80,25 €
	Peón suelto	0,20	13,58 €	2,72 €
	Malla tupida tejido sintético	1,00	0,79 €	0,79 €
	Costes indirectos	0,03	3,00 €	0,09 €
4.11	Barandilla tipo sargto. tablón			
	Barandilla con soporte sargento y tres tablones en perímetro de forjados tanto en pisos como de cubierta. Se incluye colocación y desmontaje.	20,00	6,23 €	124,60 €
	Oficial de segunda	0,08	14,50 €	1,16 €
	Peón suelto	0,08	13,58 €	1,09 €
	Soporte tipo sargento	1,00	1,36 €	1,36 €
	Tablón madera 0,20x0,70m	1,00	3,00 €	3,00 €
	Costes indirectos	0,06	3,00 €	0,18 €
4.12	Cartel indicat. Riesgo			

	Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30m sin soporte metálico, incluido colocación y desmontaje	5,00	6,23 €	31,15 €
	Peón suelto	0,10	13,58 €	1,36 €
	Cartel indicat. 0,30x0,30m	1,00	4,75 €	4,75 €
	Costes indirectos	0,06	3,00 €	0,18 €
4.13	Cartel uso obligatorio casco			
	Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30m sin soporte metálico, incluido colocación y desmontaje	5,00	7,50 €	37,50 €
	Peón suelto	0,10	13,58 €	1,36 €
	Cartel indicat. 0,40x0,30m uso oblig. de casco	1,00	5,92 €	5,92 €
	Costes indirectos	0,07	3,00 €	0,22 €
4.14	Cartel de prohibición de paso			
	Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30m sin soporte metálico, incluido colocación y desmontaje	5,00	7,50 €	37,50 €
	Peón suelto	0,10	13,58 €	1,36 €
	Cartel indicat. 0,40x0,30m prohib. el paso	1,00	5,92 €	5,92 €
	Costes indirectos	0,07	3,00 €	0,22 €
5	<u>Equipos de taller</u>	1,00	89.971,00 €	89.971,00 €
5.1	Torno vertical CNC 58KW	1,00	17.551,00 €	17.551,00 €
5.2	Torno vertical CNC 45KW	1,00	9.510,00 €	9.510,00 €
5.3	Torno vertical CE 55KW	1,00	12.600,00 €	12.600,00 €
5.4	Mandrinador horizontal 11KW	1,00	8.900,00 €	8.900,00 €
5.5	Mandrinador WHN 37KW	1,00	13.400,00 €	13.400,00 €
5.6	Fresadora Correa 7,5KW	1,00	10.000,00 €	10.000,00 €
5.7	Fresadora Kondia 1,5KW	1,00	7.000,00 €	7.000,00 €
5.8	Puente grua	1,00	6.000,00 €	6.000,00 €
5.9	Taladro de columna	2,00	705,00 €	1.410,00 €
5.10	Lijadora	2,00	1.200,00 €	2.400,00 €
5.11	Equipo de soldadura	2,00	600,00 €	1.200,00 €

**2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE OBRA**

Instalación eléctrica	89.893,39 €
Iluminación	4.862,61 €
Protección contra incendios	1.380,78 €
Seguridad y salud	4.453,36 €
Equipos de taller	89.971,00 €
<b>Total</b>	<b>190.561,14 €</b>

El presupuesto de Ejecución de Material asciende a ciento noventa mil quinientos sesenta y uno con catorce céntimos.

Santander, Junio de 2013

El Ingeniero Técnico:

Fdo. Hugo Fernández Cagigas

**3.PRESUPUESTO POR CONTRATA**

Presupuesto de ejecución de material	190.561,14 €
Gastos generales: 13% PEM	24.772,85 €
Beneficio industrial: 6% PEM	11.433,67 €
Base imponible	226.767,66 €
I.V.A. (21%)	47.621,21 €
<b>Total</b>	<b>274.388,86 €</b>

El presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a doscientos setenta y cuatro mil trescientos ochenta y ocho ochenta y seis céntimos.

Santander, Junio de 2013

El Ingeniero Técnico:

Fdo. Hugo Fernández Cagigas

**4. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN**

Presupuesto de ejecución por contrata	274.388,86 €
Honorarios de redacción de proyecto (50h.)	3.000 €
Licencias y trámites	3.900,20 €
<b>Total</b>	<b>281.289,06 €</b>

El presupuesto para Conocimiento de la Administración asciende a doscientos ochenta y un mil doscientos ochenta y nueve y seis céntimos.

Santander, Junio de 2013

El Ingeniero Técnico:

Fdo. Hugo Fernández Cagigas

