



**PROYECTO  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN  
INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA  
“IES VÍA DE LA PLATA” EN GUIJUELO  
(SALAMANCA)**

**PROMOTOR**

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN  
Monasterio N.S. de Prado  
Av. Del real Valladolid, s/n  
47014 Valladolid  
C.I.F.: S-4711001 J

**EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

C/ ZAMORA  
37770 GUIJUELO (SALAMANCA)  
REF. CATASTRAL: 3822901TK7932S0001OS  
3720601TK7932S0001KS  
3923106TK7932S0001LS

Referencia **021/21**  
Estudio de Ingeniería Tormes  
C/ María Auxiliadora, 44 – 1º Izq.  
37.004 Salamanca

TF: 923 21 95 16  
TM: 618 35 87 42  
oscar@eitingenieros.es

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL**

Óscar González Sánchez  
Colegiado 1830 del COGITISA

**SEPTIEMBRE 2.021**

## PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN EN INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA" EN GUIJUELO (SALAMANCA)

**EMPLAZAMIENTO:**

C/ SORIA, 1  
37770 GUIJUELO (SALAMANCA)  
REF. CATASTRAL: 3822901TK7932S0001OS

**PROMOTOR DE LAS INSTALACIONES:**

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN  
MONASTERIO N.S. DEL PRADO  
AV. DEL REAL VALLADOLID, S/N  
47014 VALLADOLID  
C.I.F. S4711001J

**INSTALACIONES:****TENSIONES:**

13,2-20kV/420V

**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN:**

**Origen:** Conexión con línea I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.  
**Fin:** Nuevo CS  
**Conductor:** HEPRZ-1 12/20kV 3x(1x240mm<sup>2</sup>).

**CENTRO DE SECCIONAMIENTO**

**Tipo:** Prefabricado modelo CMS-21 de ORMAZÁBAL o equivalente  
**Celdas:** Conjunto compacto 2L+P+Aux CGMCOSMOS de ORMAZÁBAL o equivalente  
Telegestión + Telemando

**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:**

**Tipo:** Prefabricado PFU-4/20 de Ormazábal o similar.  
**Celdas:** CGMCosmos L+M+P de Ormazábal o equivalente.  
**Transf.:** 400kVA, 13,2-20kV/420V - B2. Aislamiento en éter "ecodiseño".

**PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL:**

70.359,97 €

**AUTOR DEL PROYECTO:**

ÓSCAR GONZÁLEZ SÁNCHEZ  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL.  
COLEGIADO 1.830 DEL COGIT/SA



## ÍNDICE

### MEMORIA

1. ANTECEDENTES
2. OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO
3. EMPLAZAMIENTO
4. PROMOTOR
5. TÉCNICO
6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES
7. AUTORIZACIONES DE PASO
8. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS
9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### CÁLCULOS

1. CÁLCULOS RED DE MEDIA TENSIÓN
2. CÁLCULOS CENTRO DE SECCIONAMIENTO
3. CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
4. CONCLUSIÓN

### PLIEGO DE CONDICIONES

### ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### PRESUPUESTO

### PLANOS

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. PLANO DE PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN
3. DETALLE CANALIZACIONES
4. DETALLE ARQUETAS
5. DETALLE CENTRO DE SECCIONAMIENTO
6. DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
7. ESQUEMA UNIFILAR



**MEMORIA DESCRIPTIVA****1. ANTECEDENTES**

Se realiza la presente documentación a petición de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, con el fin de describir las características de la instalación eléctrica de Media Tensión para dotar de suministro eléctrico el nuevo Instituto de Educación Secundaria IES VIA DE LA PLATA, de la localidad de GUIJUELO (SALAMANCA).

**2. OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO**

El objeto del presente proyecto tiene la finalidad definir la INSTALACIÓN ELÉCTRICA de MEDIA TENSIÓN que se realizará para dotar de suministro eléctrico un instituto de enseñanza secundaria en Guijuelo (Salamanca), realizándose esta instalación en función de las necesidades del mismo, siendo de las características técnicas y detalles necesarios para la realización de la actividad a realizar y que sirva como documento para la ejecución de dicha instalación y para la obtención de los oportunos permisos y licencias de los Organismos Competentes, de acuerdo con las disposiciones vigente.

El proyecto se compone de las siguientes partes:

- ✚ Memoria descriptiva.
- ✚ Cálculos realizados para la comprobación y el dimensionamiento de los diferentes equipos a instalar.
- ✚ Pliego de condiciones técnicas de los diferentes elementos de la instalación, comprendiendo las características propias de los diferentes equipos y su correcta forma de montaje.
- ✚ Presupuesto de la instalación, que es la valoración en precios unitarios de los diferentes elementos de la instalación para obtener el importe total estimado.
- ✚ Planos indicativos de las instalaciones, comprendiendo planos de planta, detalles constructivos y esquemas unifilares.

### **3. EMPLAZAMIENTO**

La instalación, objeto del presente proyecto se encuentra ubicada en la C/ SORIA, 1 de la localidad de GUIJUELO, con código postal 37770 de SALAMANCA, con nº de referencia catastral 3822901TK7932S0001OS.

### **4. PROMOTOR**

El promotor de las instalaciones es la CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN de la JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, con domicilio en Monasterio N.S. del Prado, Av. Del Real Valladolid, s/n, con código postal 47014 de Valladolid, provisto de CIF S4711001J.

### **5. TÉCNICO**

El Ingeniero Técnico Industrial D. Óscar González Sánchez, autor de la presente documentación, domiciliado en la C/ María Auxiliadora, 44 – 1º Izq. de Salamanca, perteneciente al Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Salamanca, colegiado 1.830, está plena y legalmente facultado para el ejercicio de sus funciones.

### **6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

#### **6.1. SUMINISTRO ELÉCTRICO**

Teniendo en cuenta las necesidades del centro educativo, el suministro de energía eléctrica se realizará en Media Tensión a través de un centro de transformación de cliente con una potencia estimada de 400kVA 13,2-20kV/420V, realizándose la medida de energía en Media Tensión. Para la conexión del centro de transformación a la red de distribución de compañía será necesaria la ejecución de un centro de seccionamiento de compañía

## 6.2. ESQUEMA DE MEDIA TENSIÓN

El Centro de Transformación del Colegio se alimentará desde un nuevo Centro de Seccionamiento al que se conectará la Red de Distribución de la compañía eléctrica, quedando éste, conectado en anillo. La conexión se realizará de forma subterránea, empleando conductores aislados de aluminio tipo HEPRZ-1 12/20kV de sección  $3 \times (1 \times 240 \text{ mm}^2 + \text{HE16})$ , colocados bajo tubo TPC de 160mm, disponiendo de un tubo libre. Desde el Centro de Seccionamiento alimentaremos el Centro de Transformación que dotará de energía eléctrica el Colegio, empleando para ello conductores aislados de aluminio tipo HEPRZ-1 12/20kV de sección  $3 \times (1 \times 240 \text{ mm}^2 + \text{HE16})$ , colocados bajo tubo TPC de 160mm, disponiendo de un tubo libre.

El Centro de Seccionamiento, estará formado por un conjunto prefabricado de superficie 2L+P, con dos funciones de línea, para la conexión de la línea de distribución en anillo, y una de protección mediante fusibles calibrados, para la conexión del Centro de Transformación del Colegio. Éste se colocará junto al muro perimetral del Colegio quedando alineado con el mismo, de tal forma que se disponga de acceso directo desde la calle. Este centro será telegestionado y controlable, disponiendo además de una celda de alimentación de servicios auxiliares que atenderá al control y las motorizaciones de las celdas.

El Centro de Transformación será un modelo prefabricado de superficie. En su interior se colocará toda la aparamenta de Media Tensión, así como la máquina reductora de tensión y la protección de Baja Tensión de la línea que alimenta el centro educativo. La aparamenta de Media Tensión estará formada por un conjunto de tres celdas (L+M+P); una con una con función de Línea (entrada), una con función de Protección y otra con función de Medida. El transformador será una máquina reductora de tensión de 400kVA 13,2-20kV/420V B2, con refrigeración mediante aceite vegetal "ecodiseño". El cuadro de baja tensión, desde donde partirá la línea de alimentación al CGBT del Colegio, estará formado por una salida con protección mediante fusibles y con interruptor de corte en carga.



Toda la instalación se diseñará en función del expediente técnico – económico que la empresa IDE - Redes Eléctricas Inteligentes SAU emitirá, no teniendo constancia del mismo hasta el momento, pudiendo existir cambios según el mismo.

## **7. AUTORIZACIONES DE PASO**

La conexión del Centro de Seccionamiento se realizará en terreno público, propiedad del Ayuntamiento de Guijuelo (Salamanca). Se solicitarán las correspondientes autorizaciones de paso para la conexión del mismo.






## **8. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**

No existirán cruzamientos ni paralelismos dignos de mención.

## **9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

### **9.1. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN**

A las instalaciones proyectadas le son de aplicación las normas y reglamentaciones siguientes:

-  Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, según R.D. 223/2.008, de 15 de febrero de 2.008, e instrucciones técnicas complementarias.
-  Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, según R.D. 337/2014, de 9 de mayo.
-  Real Decreto 1.432/2.008, de 29 de agosto, donde se establecen las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
-  Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, según R.D. 842/2.002, de 2 de agosto de 2.002.
-  Normas UNE y recomendaciones UNESA.

- ✚ Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- ✚ Normas de la empresa suministradora de energía eléctrica I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

## 9.2. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

El nuevo Centro de Seccionamiento se conectará en anillo a la Red de Distribución de Media Tensión, que la compañía suministradora dispone en la zona. Para ello emplearemos una línea formada por tres conductores HEPRZ-1 12/20kV de sección  $3 \times (1 \times 240 \text{ mm}^2 + \text{HE16})$  que discurrirá enterrada bajo tubo "doble capa" de color rojo TPC de sección 160mm hasta la conexión con la línea de distribución existente, realizándose un empalme con la misma,

El conductor es de tipo HEPRZ-1 12/20kV de sección  $240 \text{ mm}^2$ . Se trata de un conductor de aluminio con varias capas de aislamiento seco 12/20kV entre las que se aloja una malla o pantalla de cobre que se coloca en ambos extremos a tierra.

La conexión de la línea a las celdas de entrada / salida del C.T. se realizará mediante terminales enchufables en "T".

Para la instalación de la línea se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- En función de la tensión de alimentación, de la cantidad de tubos y de sus diámetros, las dimensiones de la zanja variarán, según se indica en el plano de canalizaciones. En nuestro caso existen tres tubos, quedando uno libre en todo el recorrido.
- Por una zanja y en el mismo plano horizontal podrán tenderse hasta cuatro tubos. Para mayor número de líneas se dispondrá de capas sucesivas.
- **Canalización bajo acera:** en el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Posteriormente se rellenará con tierra apisonada. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural HM 12,5 de 0,12m de espesor y por último se repondrá el pavimento, a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura. La altura mínima de la zanja será de 0,7m, siendo en este caso de 1,05m. La anchura mínima de la zanja es de 0,35m, para dos tubos de 160mm, aumentando ésta en función del número de tubos a instalar. En este caso la canalización se señalizará mediante una cinta de plástico normalizada debajo del firme a 0,10m mod. CP-15.

- Antes del tendido de los tubos se eliminará de su interior la suciedad o tierra, garantizándose el paso de estos mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo u otro sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra u hormigón.
- Los tubos serán de polietileno alta densidad (PE-hd) corrugado exterior y liso interior, mod. TPC de 160mm, de color rojo de 160mm de diámetro para los cables de Media Tensión.
- No se podrán plantar árboles y construir edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización, según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre.
- La separación mínima entre tubos de Alta Tensión y tubos de Baja Tensión, si los hubiera, será como mínimo de 0,25m, situándose, siempre el conductor de Baja Tensión por encima del de Alta Tensión. Si se produjera un cruzamiento cerca de algún empalme, la distancia del punto de cruce al empalme será superior a 1m.
- La separación mínima entre dos tubos de Media Tensión será como mínimo de 0,25m. En caso de no poder respetar esta distancia se dispondrá de tubos TPC 160mm<sup>2</sup> o placas divisorias normalizadas.
- La separación mínima entre los tubos de Media tensión y los tubos de Telecomunicación si los hubiera será de 0,20m. Si se produjera un cruzamiento cerca de algún empalme, la distancia del punto de cruce al empalme será superior a 1m. En caso de no poder respetar esta distancia se separarán mediante tubos TPC 160mm o placas divisorias, ambos normalizados.

- La separación mínima entre cables de Media Tensión y canalizaciones de Agua será de 0,20m. La distancia mínima entre empalmes de conductores de Media tensión y juntas de canalizaciones de agua será de 1m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del cable de Media Tensión. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1m respecto de los cables de Media Tensión. En caso de no poder respetar esta distancia se separarán mediante tubos TPC 160mm o placas divisorias, ambos normalizados.
- La separación entre canalizaciones de gas y cables de Media tensión será de 0,40m. Si no pudiera respetarse esta distancia se separarán los tubos mediante tubos TPC de 160mm o placas divisorias, ambos normalizados, quedando en este caso los cables a una distancia superior a 0,25m. En un cruce de ambas canalizaciones, la protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45m a ambos lados del cruce y 0,30m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger.
- Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado, no admitiendo incidir en su interior. Si no fuese posible se podrá incidir en su pared, siempre que se asegure que ésta no quede debilitada o se pasará por debajo, separando en estos casos los cables mediante tubos TPC de 160mm o placas divisorias, ambos normalizados.
- La separación ente tubos de Media Tensión y depósitos de carburantes será como mínimo de 1,20m, rebasando los extremos de los tubos al depósito en 2m por cada extremo.

### **9.3. CENTRO DE SECCIONAMIENTO**

#### **Características generales del Centro de Seccionamiento**

El Centro de Seccionamiento y Maniobra de compañía, objeto del presente proyecto, tiene como objetivo el suministro de energía eléctrica sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., a la tensión trifásica de 13,2kV y frecuencia 50Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión que se instalarán en el Centro de Transformación serán los siguientes:

- Celdas CGMCOSMOS de ORMAZÁBAL, o equivalente: celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

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

Según las necesidades del promotor de la instalación, este centro de seccionamiento y maniobra se empleará para dar servicio a un nuevo Instituto de Educación Secundaria "IES VÍA DE LA PLATA" en la localidad de Guijuelo, solicitándose una potencia máxima de 400kVA.

### **Descripción de la Instalación**

#### Obra Civil

El Centro de Seccionamiento y Maniobra consta de una envolvente en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica y demás equipos.

Para el diseño de éste se ha tenido en cuenta la normativa anteriormente indicada.

## **Características de los materiales**

### Edificio de Seccionamiento CMS-21

- Descripción

CMS es un centro de maniobra exterior, para redes de Media Tensión, de estructura monobloque, diseñado para su instalación en superficie, que incluye en su interior la apartamenta de MT del sistema CGMCOSMOS y los elementos de interconexión necesarios.

La operación sobre las celdas CGMCOSMOS dispuestas en su interior se realiza a través de las puertas frontales, y por ello, no es necesario introducirse en el edificio, lo que permite reducir su tamaño, y por lo tanto, su impacto sobre el entorno.

Estos Centros de Seccionamiento presentan como esencial ventaja el hecho de 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.

- Envolvente

CMS está constituido por una construcción prefabricada monobloque de hormigón, con cubierta amovible, que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envolvente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>, está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

El cuerpo está dotado de 4 insertos DEHA para la elevación y manipulación del edificio en conjunto. La cubierta está dotada de cáncamos para su elevación.

En la parte inferior de CMS están dispuestos los huecos semiperforados para la entrada y salida de cables.

- Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180°.

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. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro la inferior.

- 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, techo, puertas y rejillas de ventilación.

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

- Calidad

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

- Cimentación

Para la instalación del CS es necesaria una excavación, cuyas dimensiones varían en función de la solución adoptada para la red de tierras, no debiéndose, en ningún caso, sobrepasar de los 510mm de altura máxima de enterramiento

medidos desde la base. Será necesario siempre disponer en el fondo de la excavación de una capa de arena compactada y nivelada de 100mm de espesor, con el objeto de evitar asientos diferenciales.

<b>CARACTERÍSTICAS DETALLADAS</b>	
PUERTAS DE ACCESO DE PEATÓN	1 puerta de acceso
DIMENSIONES EXTERIORES	
Longitud	2.355mm
Fondo	1.370mm
Altura	2.496mm
Altura vista	1.920mm
Peso	4.600kg
DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN	
Longitud	2.550mm
Fondo	1.710mm
Profundidad	600mm

NOTA: Estas dimensiones son aproximadas, pudiendo variar en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

## **Instalación Eléctrica**

### Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es de tipo subterráneo, con una tensión de 13,2kV, nivel de aislamiento según ITC-RAT 12, y una frecuencia de 50Hz.

La potencia en cortocircuito en el punto de acometida, según los datos facilitados por la compañía suministradora, es de 350MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 15,32kA eficaces.



### Características de la aparamenta de Media Tensión

Celdas CGMcosmos, o similar

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 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:

Las partes que compondrán estas celdas serán las siguientes:

- Base y frente

La base soportará todos los elementos que integrarán la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizarán la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de la base permitirá el paso de cables entre celdas, sin necesidad de foso (para la altura de 1.740mm), y facilitará la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluirá en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos de mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encontrará el dispositivo de señalización de presencia de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior habrá una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Incorpora, además, 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 indicará que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba

La cuba estará fabricada en acero inoxidable de 2mm de espesor. Contendrá el interruptor, el embarrado y los portafusibles, encontrándose el gas en su interior a una presión absoluta de 1,15bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba contará con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encontrarán todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusibles).

- Interruptor/seccionador/seccionador de puesta a tierra

El interruptor tendrá tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realizará mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- 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 3m de columna de agua durante 24h.

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 realizará desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos de las celdas será para 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.

Las características generales de las celdas son las siguientes:

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
TENSIÓN NOMINAL	24kV
NIVEL DE AISLAMIENTO	
<i>Frecuencia Industrial (1 min)</i>	
A tierra y entre fases	50kV
A la distancia de seccionamiento	60kV
<i>Impulso tipo rayo</i>	
A tierra y entre fases	125kV
A la distancia de seccionamiento	145kV

En la descripción de cada celda se incluirán los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

### Conjunto de Celdas 2L+P

Se trata de una celda compacta con dos funciones de línea y una función de protección con fusibles, que incluye tanto las prestaciones de las celdas de línea como las prestaciones de la de protección, albergadas en una única cuba.

*La función de línea (L) tiene las siguientes características:*

La función 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 interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y 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 pueda realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

TENSIÓN ASIGNADA	24kV
INTENSIDAD ASIGNADA	400A
INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN (1s), eficaz	16kA
INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN (1s), cresta	40kA
NIVEL DE AISLAMIENTO	
Frecuencia Industrial (1 min) a tierra y entre fases	28kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	75kV
CAPACIDAD DE CIERRE (cresta)	40kA
CAPACIDAD DE CORTE	
Corriente principalmente activa	400A

#### OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

MANDO INTERRUPTOR 1	Motorizado tipo BM
MANDO INTERRUPTOR 2	Motorizado tipo BM

#### MOTORIZACIÓN PARA MANDOS TIPO BM

TENSIÓN NOMINAL	24 Vcc / 48 Vcc / 110 Vcc / 125 Vcc / 230 Vca	
CONSUMO MÁXIMO	5,1 A / 3,7 A / 2,1 A / 2,1 A / 1,5 A	
TIEMPO MEDIO MANIOBRA MOTOR	3 s	
CONTACTO DE SEÑALIZACIÓN	Posición del interruptor	2 NA + 2 NC
	Puesta a Tierra	2 NA
	Tensión nominal	250 Vca
	Intensidad nominal	16 A

*La función de protección (P) tiene las siguientes características:*

La función de protección, 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, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. 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	24kV
INTENSIDAD ASIGNADA EN EL EMBARRADO	400A
INTENSIDAD ASIGNADA EN LA DERIVACIÓN	200A
INTENSIDAD DE LOS FUSIBLES	3x40A
INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN (1s), eficaz	16kA
INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN (1s), cresta	40kA
NIVEL DE AISLAMIENTO	
Frecuencia Industrial (1 min) a tierra y entre fases	50kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	125kV
CAPACIDAD DE CIERRE (cresta)	40kA
CAPACIDAD DE CORTE	
Corriente principalmente activa	400A

#### **OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS**

MANDO POSICIÓN CON FUSIBLES 1	Manual tipo BR
COMBINACIÓN INTERRUPTOR-FUSIBLES	Combinados
INTENSIDAD FUSIBLES 1	3x25A
INTENSIDAD FUSIBLES	-

#### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CONJUNTO (dimensiones)**

ANCHO	1.190mm
FONDO	735mm
ALTO	1.740mm
PESO	290kg

### **Alimentación de Servicios Auxiliares: cgmcosmos-a Celda alimentación SS.AA.**

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

La celda cgmcosmos-a de alimentación de servicios auxiliares, 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 conexión al transformador de tensión dispuesto en la base, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
TENSIÓN ASIGNADA	24kV
INTENSIDAD ASIGNADA	400A
Intensidad asignada en el embarrado	400A
Intensidad asignada en la derivación	200A
Intensidad fusibles	3x2A
INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN (1s), eficaz	16kA
INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN (1s), cresta	40kA
<b>NIVEL DE AISLAMIENTO</b>	
Frecuencia Industrial (1 min) a tierra y entre fases	50kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	125kV
CAPACIDAD DE CIERRE (cresta)	40kA
<b>CAPACIDAD DE CORTE</b>	
Corriente principalmente activa	400A
POTENCIA DEL TRANSFORMADOR SS.AA.	600VA

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (dimensiones)</b>	
ANCHO	4700mm
FONDO	875mm
ALTO	1.300mm
PESO	195kg

### **Características del material vario de Media Tensión**

El material vario del Centro de Seccionamiento es el que no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

#### **Interconexiones de Media Tensión**

Las terminaciones de los conductores en las celdas de media tensión serán EUROMOLD o similar, de 24kV tipo enchufable recta mod. K-152 o similar.

### **Control y Telegestión**

El centro dispondrá de un sistema de telegestión para lectura de contadores de forma remota, de tipo interior con un concentrador, modelo ATG-I-2BT-GPRS de la marca Ormazábal o similar, que contendrá además una antena modelo WM0822UF-07 de la marca LAMBDA o similar.

Las celdas de línea se dispondrán motorizadas para la maniobra de la instalación de forma remota.

### **Puesta a Tierra**

#### **Tierra de Protección**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Seccionamiento se unirán a la tierra de protección: envolventes de las celdas, etc., así como la armadura del edificio del centro. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

### **Instalaciones secundarias**

En el interior del Centro de Seccionamiento se colocará un armario de primeros auxilios, así como unos guantes de seguridad, una banqueta aislante y una pértiga de aislamiento



## **Medidas de Seguridad**

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

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 Media y Baja Tensión. Por ello, esta salida de gases no debe ser enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## **Limitación de campos magnéticos**

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100  $\mu$ T para el público en general
- Inferior a 500  $\mu$ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

#### **9.4. CONEXIÓN CS-CT**

La conexión entre el Centro de Seccionamiento de compañía y el Centro de Transformación de cliente se realizará mediante el empleo de tres conductores HEPRZ-1 12/20kV de sección  $3 \times (1 \times 240 \text{ mm}^2 + \text{HE16})$  que discurrirá enterrada bajo tubo "doble capa" de color rojo TPC de sección 160mm desde la celda de protección del CS, hasta la celda de línea de entrada del CT.

El conductor es de tipo HEPRZ-1 12/20kV de sección 240mm<sup>2</sup>. Se trata de un conductor de aluminio con varias capas de aislamiento seco 12/20kV entre las que se aloja una malla o pantalla de cobre que se coloca en ambos extremos a tierra.

La conexión de la línea a las celdas de entrada / salida del C.T. se realizará mediante terminales enchufables en "T".

Para la instalación de la línea se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- En función de la tensión de alimentación, de la cantidad de tubos y de sus diámetros, las dimensiones de la zanja variarán, según se indica en el plano de canalizaciones. En nuestro caso existen dos tubos, quedando uno libre en todo el recorrido.
- Por una zanja y en el mismo plano horizontal podrán tenderse hasta cuatro tubos. Para mayor número de líneas se dispondrá de capas sucesivas.
- **Canalización bajo acera:** en el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Posteriormente se rellenará con tierra apisonada. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural HM 12,5 de 0,12m de espesor y por último se repondrá el pavimento, a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura. La altura mínima de la zanja será de 0,7m, siendo en este caso de 1,05m. La anchura mínima de la zanja es de 0,35m, para dos tubos de 160mm, aumentando ésta en función del número de tubos a instalar. En este caso la canalización se señalizará mediante una cinta de plástico normalizada debajo del firme a 0,10m mod. CP-15.
- Antes del tendido de los tubos se eliminará de su interior la suciedad o tierra, garantizándose el paso de estos mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo u otro sistema equivalente. Durante el tendido se

deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra u hormigón.

- Los tubos serán de polietileno alta densidad (PE-hd) corrugado exterior y liso interior, mod. TPC de 160mm, de color rojo de 160mm de diámetro para los cables de Media Tensión.
- No se podrán plantar árboles y construir edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización, según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre.
- La separación mínima entre tubos de Alta Tensión y tubos de Baja Tensión, si los hubiera, será como mínimo de 0,25m, situándose, siempre el conductor de Baja Tensión por encima del de Alta Tensión. Si se produjera un cruzamiento cerca de algún empalme, la distancia del punto de cruce al empalme será superior a 1m.
- La separación mínima entre dos tubos de Media Tensión será como mínimo de 0,25m. En caso de no poder respetar esta distancia se dispondrá de tubos TPC 160mm o placas divisorias normalizadas.
- La separación mínima entre los tubos de Media tensión y los tubos de Telecomunicación si los hubiera será de 0,20m. Si se produjera un cruzamiento cerca de algún empalme, la distancia del punto de cruce al empalme será superior a 1m. En caso de no poder respetar esta distancia se separarán mediante tubos TPC 160mm o placas divisorias, ambos normalizados.
- La separación mínima entre cables de Media Tensión y canalizaciones de Agua será de 0,20m. La distancia mínima entre empalmes de conductores de Media tensión y juntas de canalizaciones de agua será de 1m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del cable de Media Tensión. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1m respecto de los cables de Media Tensión. En caso de no poder respetar esta distancia se separarán mediante tubos TPC 160mm o placas divisorias, ambos normalizados.
- La separación entre canalizaciones de gas y cables de Media tensión será de 0,40m. Si no pudiera respetarse esta distancia se separarán los

tubos mediante tubos TPC de 160mm o placas divisorias, ambos normalizados, quedando en este caso los cables a una distancia superior a 0,25m. En un cruce de ambas canalizaciones, la protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45m a ambos lados del cruce y 0,30m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger.

- Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado, no admitiendo incidir en su interior. Si no fuese posible se podrá incidir en su pared, siempre que se asegure que ésta no quede debilitada o se pasará por debajo, separando en estos casos los cables mediante tubos TPC de 160mm o placas divisorias, ambos normalizados.
- La separación entre tubos de Media Tensión y depósitos de carburantes será como mínimo de 1,20m, rebasando los extremos de los tubos al depósito en 2m por cada extremo.

## **9.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **Características Generales del Centro de Transformación**

El Centro de Transformación tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía a un centro educativo de infantil y primaria.

La energía será suministrada por la compañía i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. a la tensión trifásica de 13,2kV y frecuencia de 50Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de M.T. empleados en este proyecto son de aparellaje de interior a 24kV como seccionadores e interruptor automático.

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

Una vez realizada la previsión de cargas contamos con una potencia máxima de 346kW, para lo que se colocará una máquina reductora de tensión de 400kVA.

## Descripción de la instalación

### Obra Civil

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

Para el diseño de éste se ha tenido en cuenta la normativa anteriormente indicada.

### Características de los materiales

#### *Edificio PFU-4/20 de Ormazábal o similar*

#### Descripción

Los Centros de Transformación PFU, 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 Media Tensión, hasta el cuadro de Baja Tensión, incluyendo el transformador, dispositivo de control e interconexiones entre los diversos elementos.

Tanto la construcción, como el montaje y equipamiento interior se realizarán íntegramente en fábrica, para, con ello, garantizar una calidad uniforme reduciendo los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Su 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 ofrecerán una resistencia característica de 300kg/cm<sup>2</sup>, además dispondrán de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realizará mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envolverá

completamente al Centro. Las puertas y rejillas estarán aisladas eléctricamente presentando una resistencia de  $10k\Omega$  respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas estarán 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 situarán los orificios de paso para los cables de Media y Baja Tensión. Estos orificios estarán semiperforados realizándose en la obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De la misma forma, dispondrá de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

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

#### Placa Piso

Sobre la placa base, y a una altura de 400mm, se situará la placa piso, que se sustentará en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de los cables de Media y Baja Tensión, a los que se accederá a través de unas troneras cubiertas con losetas

#### Accesos

En la pared frontal se situarán la puerta de acceso de peatones, la puerta del transformador (ambas con apertura de  $180^\circ$ ) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales se fabricarán en chapa de acero.

Las puertas de acceso dispondrán de un sistema de cierre, con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento, para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se instalará en ellas una cerradura de diseño Ormazábal, o similar, que ancla las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

### Ventilación

La ventilación del Centro será natural. Las rejillas de ventilación natural estarán 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. Cada rejilla se complementará 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, techo, puertas y rejillas de ventilación.

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

### Calidad

Este Centro de Transformación estará acreditado con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo con la RU 1303A.

### Alumbrado

El Centro de Transformación estará provisto de alumbrado propio conectado desde el Cuadro de Baja Tensión del mismo. Éste dispone de un interruptor para encendido/apagado. Además de esto dispondrá de un equipo de alumbrado de emergencia que actúe en caso de interrupción del suministro eléctrico.

### Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones de funcionamiento según normativa vigente.

### Cimentación

Para la ubicación de un Centro de Transformación tipo PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones varían en función de la solución adoptada para



la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100mm de espesor.

<b>CARACTERÍSTICAS DETALLADAS</b>	
Nº DE TRANSFORMADORES	1
TIPO DE VENTILACIÓN	Natural
PUERTAS DE ACCESO DE PEATÓN	1 puerta de acceso
DIMENSIONES EXTERIORES	
Longitud	4.460mm
Fondo	2.380mm
Altura	3.045mm
Altura vista	2.585mm
Peso	12.000 kg
DIMENSIONES INTERIORES	
Longitud	4.280mm
Fondo	2.200mm
Altura	2.355mm
DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN	
Longitud	5.260mm
Fondo	3.180mm
Profundidad	560mm

## **Instalación Eléctrica**

### Características de la Red de Alimentación

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13,2kV y 50Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350MVA, según datos facilitados por la compañía suministradora, lo que equivale a una corriente de cortocircuito eficaz de 15,33 kA.

### Características de la Aparata de Media Tensión

Celdas: *CGMcosmos*

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para M.T., con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión

totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1.740mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además 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.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- 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 eléctricas de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

TENSION NOMINAL	24kV
NIVEL DE AISLAMIENTO	
Frecuencia Industrial (1 min)	
A tierra y entre fases	50kV
A la distancia de seccionamiento	60kV
Impulso tipo rayo	
A tierra y entre fases	125kV
A la distancia de seccionamiento	145kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### Características de la aparamenta de Baja Tensión

El cuadro de Baja Tensión tendrá como misión la distribución, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores de potencia de la instalación, así como la protección del mismo y de la línea de distribución de BT.

#### Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión

- Entrada: **CGMcosmos-L Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL o similar, 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 para la detección de tensión en los cables de acometida y 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:

TENSION ASIGNADA	24kV
INTENSIDAD ASIGNADA	400A
INTENSIDAD DE CORTA DURACION (1s), EFICAZ	16kA
INTENSIDAD DE CORTA DURACION (1s), CRESTA	40kA
NIVEL DE AISLAMIENTO	
Frec. Industrial (1min) a tierra y entre fases	28kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	75kV
CAPACIDAD DE CIERRE (CRESTA)	40kA
CAPACIDAD DE CORTE	
Corriente principalmente activa	400A

- Características físicas:

ANCHO	365mm
FONDO	735mm
ALTO	1.740mm
PESO	95kg

- Otras características constructivas:

MANDO INTERRUPTOR	Manual tipo B
-------------------	---------------

• Protección Transformador: **CGMcosmos-P**

La celda de Protección del Transformador es una celda mod. CGMcosmos-P Protección por fusibles de la marca Ormazábal, o similar. Se trata de una celda con envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características:

La celda de protección (CGMcosmos-P) de protección con fusibles, 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, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. 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

TENSION ASIGNADA	24kV
INTENSIDAD ASIGNADA EN EL EMBARRADO	400A
INTENSIDAD ASIGNADA EN LA DERIVACION	200A
INTENSIDAD DE LOS FUSIBLES	3x40A
INTENSIDAD DE CORTA DURACION (1s), eficaz	16kA
INTENSIDAD DE CORTA DURACION (1s), cresta	40kA
NIVEL DE AISLAMIENTO	
Frecuencia Industrial (1 min) a tierra y entre fases	50kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	125kV
CAPACIDAD DE CIERRE (cresta)	40kA
CAPACIDAD DE CORTE	
Corriente principalmente activa	400A

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (dimensiones)

ANCHO	470mm
FONDO	735mm
ALTO	1.740mm
PESO	140kg

#### OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

MANDO POSICION CON FUSIBLES	Manual tipo BR
COMBINACION INTERRUPTOR-FUSIBLES	Combinados

- Celda de Medida (M): **CGMcosmos-M. Celda de Medida**

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

La celda CGMCOSMOS-M 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.

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
TENSIÓN ASIGNADA	24kV
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (dimensiones)</b>	
ANCHO	800mm
FONDO	1.025mm
ALTO	1.740mm
PESO	165kg (vacía)

En su interior se colocarán los siguientes elementos:

**Tres transformadores de tensión** de aislamiento seco con las siguientes características:

Relación de transformación: 13.200/V3-3x110/V3  
 Clase de precisión: 0,5  
 Potencia de precisión: 10VA

Tres transformadores de intensidad con las siguientes características:

Intensidad primaria nominal: 15-30A  
 Intensidad secundario nominal 5-5  
 Clase de precisión: 0,5s  
 Potencia de precisión: 10VA

- Medida de la energía eléctrica

La medida de la energía eléctrica se realizará mediante un cuadro de contadores, normalizado por la compañía suministradora, que se conectará al secundario de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida del centro, y se situará en el exterior de la instalación junto a la linde de la parcela, siempre de cara a la vía pública, según indicaciones de la compañía suministradora.

Se trata de un módulo de medida normalizado por la compañía suministradora, para su colocación en interior o intemperie modelo ART-75-AT-ID, de Uriarte o similar, punto de medida tipo 3 (potencia contratada inferior a 450kW) de dimensiones 500x750x300mm (ancho x alto x fondo).

- Transformador 1: ***Transformador aceite vegetal "ecodiseño"***

Se instalará un único transformador. Se trata de una máquina trifásica reductora de tensión, construido según la normativa citada anteriormente, mod. de la marca Cotradis, o similar, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400kVA, refrigeración natural en aceite vegetal "ecodiseño", de tensión primaria 13,2-20kV y tensión secundaria 420V en vacío (B2).

#### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

REGULACION EN EL PRIMARIO	+2,5%, +5%, +7,5%, +10%
TENSION DE CORTOCIRCUITO ( $E_{cc}$ )	4%
GRUPO DE CONEXIÓN	Dyn11
PROTECCION INCORPORADA AL TRANSFORMADOR	Termómetro

#### Características descriptivas del Cuadro de Baja Tensión

Se instalará un Cuadro de Baja Tensión con interruptor de corte en carga con fusibles en bases unipolares NH, modelo CBTA de la marca Pronuntec o equivalente. Se trata de un cuadro de baja tensión con las siguientes características:



<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	
INTENSIDAD NOMINAL	Hasta 1400A
MANIOBRA GENERAL	Interruptor de corte en carga
TIPO DE SALIDAS	Bases unipolares NH
Nº DE SALIDAS	1
TENSIÓN SOPORTADA A FREC. INDUSTRIAL	Fase – Masa: 10 kV
	Fase – Fase: 2,5 kV
TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO	Fase – Masa: 20 kV
RESISTENCIA DE CORTOCIRCUITO (1s)	Valor eficaz : 15 kA
	Valor de cresta: 31,5 kA
GRADO DE PROTECCION	IP 2X, IK 08

### Características del material vario de M.T. y B.T.

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.

- Interconexiones de M.T.:
  - Puentes M.T. Transformador 1: **Cables MT 12/20kV**

Cables M.T. 12/20kV del tipo HEPRZ-1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

- Interconexiones de B.T.:
  - Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al RZ1-K 0,6/1kV sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 2xneutro.

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

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Equipo de alumbrado formado por una pantalla fluorescente con dos lámparas de 36W, cada una. Este tipo de iluminación permitirá la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros. Además, contará con un equipo autónomo de alumbrado de emergencia mod. URA 21 de 70 lúmenes, para la señalización de la salida de emergencia del local.

## **Puesta a Tierra**

### 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 unirán a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadro de Baja Tensión, rejillas de protección, carcasa del transformador, etc., así como la armadura del edificio del centro. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

### Tierra de Servicio

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

### **Instalaciones Secundarias**

En el interior del Centro de Seccionamiento se colocará un armario de primeros auxilios, así como unos guantes de seguridad, una banqueta aislante y una pértiga de aislamiento.

De acuerdo con la instrucción ITC-RAT-14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 21A-113B.

### **Medidas de Seguridad**

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

- 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.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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 Media y Baja Tensión. Por ello, esta salida de gases no debe ser enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

### **Limitación de campos magnéticos**

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100  $\mu$ T para el público en general
- Inferior a 500  $\mu$ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.

- La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

Septiembre de 2.021

Óscar González Sánchez

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado nº 1.830 del COGITISA



**CÁLCULOS****1. CÁLCULOS RED DE MEDIA TENSIÓN****1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA**

Habiendo realizado la previsión de potencia en el documento de Baja Tensión correspondiente, se necesita un suministro de potencia en Baja Tensión de 346,00kW, para lo cual, en el centro de transformación objeto del presente proyecto, se colocará una máquina reductora de tensión de 400kVA. Por lo tanto, la instalación se dimensionará para una potencia de 400kVA.

**1.2. CÁLCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN. ANILLO**

Los cálculos se realizarán teniendo en cuenta lo especificado en la ITC-LAT 06 y en la normativa interna de la compañía suministradora MT 2.31.01.

**1.2.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA RED**

Las características principales de la Red de Media Tensión que dotará de energía eléctrica el Centro de Transformación serán las siguientes:

CLASE DE CORRIENTE	Alterna Trifásica
FRECUENCIA	50Hz
TENSIÓN NOMINAL	13,2-20kV
TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (Us)	24kV
CATEGORÍA DE LA RED (según UNE 211 435)	Categoría A

**1.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES****Principales**

Las principales características de los materiales, dependiendo de la categoría de la red serán las siguientes:

CATEGORÍA DE LA RED	A
Tensión nominal (U0/U)	12/20kV
Tensión más elevada (Um)	24kV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50kV

### Conductor

Como se ha comentado en el documento "Memoria" del presente proyecto se empleará conductor tipo HEPRZ-1 12/20kV de sección 3x(1x240mm<sup>2</sup>+HE16), de las siguientes características:

TIPO DE CONDUCTOR	HEPRZ1 12/20kV 1x240 K Al + H16
Sección del conductor (s)	240mm <sup>2</sup>
Diámetro del conductor (d)	34,7mm
Densidad de corriente admisible (D)	1,44A/mm <sup>2</sup>
Resistencia eléctrica a 105°C (R)	0,169Ω/km
Reactancia por fase (X)	0,105Ω/km
Capacidad (C)	0,453μF/km
Intensidad admisible (Imax)	345A (entubado)
Longitud (L)	Anillo (30+30) metros

Con estos datos, y empleando las siguientes expresiones, se procederá a realizar el cálculo de la Línea de Media Tensión que une el centro de seccionamiento de compañía con el centro de transformación objeto del proyecto. Para ello se tendrán en cuenta los coeficientes de corrección indicados en la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión.

- Factor de corrección por resistividad del terreno**

Según la tabla 8 de la ITC-LAT 06 y teniendo en cuenta que se trata de una línea con conductor de 240mm<sup>2</sup> de sección, entubada, colocada en terreno con resistividad térmica de 1,0K.m/W, tenemos que el factor de corrección **f1 es de 1,10.**



- **Factor de corrección por profundidad**

Según la tabla 11 de la ITC-LAT 06 y teniendo en cuenta que se trata de una línea con conductor de 240mm<sup>2</sup> de sección, entubada, y enterrada a una profundidad de 0,85 metros, el factor de corrección **f3 es de 1,02**.

Teniendo en cuenta que la intensidad máxima admisible para conductores unipolares entubados tipo HEPRZ-1 de aluminio, según la tabla 12 de la ITC-LAT 06 es de 135A, para este caso particular, la intensidad máxima admisible será de:

$$I_{\max} = I_{adm} \cdot f_1 \cdot f_2 = 345 \cdot 1,10 \cdot 1,02 = 387,09 A$$

**Por lo que la Intensidad máxima admisible en este caso será de 387,09A.**

### 1.2.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

#### Intensidad

La intensidad de la línea de Media Tensión viene determinada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 17,52 A$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
S (kVA)	Potencia Transformador (400kVA)
U (kV)	Tensión Red de Media Tensión (13,2kV)
I (A)	Intensidad Nominal

Como se ve, se ha calculado en las condiciones más desfavorables, teniendo en cuenta la potencia total del transformador.

### Densidad de corriente

La densidad de corriente en las condiciones de plena carga, viene determinada por la siguiente expresión:

$$D = \frac{I}{s} = \frac{17,52}{240} = 0,073 A/mm^2$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
I (A)	Intensidad a plena carga 17,52A
s (mm <sup>2</sup> )	Sección del conductor (240mm <sup>2</sup> )
D (A/mm <sup>2</sup> )	Densidad de corriente a plena carga

Como se ve la densidad de corriente a plena carga (0,073A/mm<sup>2</sup>) es inferior a la máxima del conductor (1,44A/mm<sup>2</sup>).

### Caída de Tensión

La caída de tensión viene determinada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que la longitud de la línea a instalar desde la línea de compañía hasta el Centro de Seccionamiento del Proyecto es de 240 metros, realizándose la conexión en anillo.

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi) = \sqrt{3} \cdot 17,52 \cdot 0,240 \cdot (0,169 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,44) = 1,44V$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
I (A)	Intensidad a plena carga (17,52A)
L (km)	Longitud línea (0,240km)
R (Ω/km)	Resistencia (0,169)
X (Ω/km)	Reactancia (0,105)
cosφ	Factor de potencia (0,9)
ΔV (V)	Caída de Tensión

### Pérdida de Potencia

En función de los valores calculados anteriormente, la pérdida de potencia viene determinada por la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot \Delta V \cdot I = \sqrt{3} \cdot 0,72 \cdot 17,52 = 21,82VA$$

### Capacidad de Transporte

La capacidad de transporte de la línea será de:

$$P = \sqrt{3} \cdot D \cdot s \cdot U = \sqrt{3} \cdot 1,44 \cdot 240 \cdot 13,2 = 7.892,12kVA$$

## 1.3. CÁLCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN. CONEXIÓN CS-CT

Los cálculos se realizarán teniendo en cuenta lo especificado en la ITC-LAT 06 y en la normativa interna de la compañía suministradora MT 2.31.01.

### 1.3.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA RED

Las características principales de la Red de Media Tensión que dotará de energía eléctrica el Centro de Transformación serán las siguientes:

CLASE DE CORRIENTE	Alterna Trifásica
FRECUENCIA	50Hz
TENSIÓN NOMINAL	13,2-20kV
TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (Us)	24kV
CATEGORÍA DE LA RED (según UNE 211 435)	Categoría A

### 1.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

#### Principales

Las principales características de los materiales, dependiendo de la categoría de la red serán las siguientes:

CATEGORÍA DE LA RED	A
Tensión nominal ( $U_0/U$ )	12/20kV
Tensión más elevada ( $U_m$ )	24kV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50kV

#### Conductor

Como se ha comentado en el documento "Memoria" del presente proyecto se empleará conductor tipo HEPRZ-1 12/20kV de sección  $3 \times (1 \times 240 \text{ mm}^2 + \text{HE16})$ , de las siguientes características:

TIPO DE CONDUCTOR	HEPRZ1 12/20kV 1x240 K Al + H16
Sección del conductor (s)	240mm
Diámetro del conductor (d)	34,7mm
Densidad de corriente admisible (D)	1,44A/mm <sup>2</sup>
Resistencia eléctrica a 105°C (R)	0,169Ω/km
Reactancia por fase (X)	0,105Ω/km
Capacidad (C)	0,453μF/km
Intensidad admisible (I <sub>max</sub> )	345A (entubado)
Longitud (L)	15 metros

Con estos datos, y empleando las siguientes expresiones, se procederá a realizar el cálculo de la Línea de Media Tensión que une el centro de seccionamiento de compañía con el centro de transformación objeto del proyecto. Para ello se tendrán en cuenta los coeficientes de corrección indicados en la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión.

- **Factor de corrección por resistividad del terreno**

Según la tabla 8 de la ITC-LAT 06 y teniendo en cuenta que se trata de una línea con conductor de 240mm<sup>2</sup> de sección, entubada, colocada en terreno con resistividad térmica de 1,0K.m/W, tenemos que el factor de corrección **f1 es de 1,10**.

- **Factor de corrección por profundidad**

Según la tabla 11 de la ITC-LAT 06 y teniendo en cuenta que se trata de una línea con conductor de 240mm<sup>2</sup> de sección, entubada, y enterrada a una profundidad de 0,85 metros, el factor de corrección **f3 es de 1,02**.

Teniendo en cuenta que la intensidad máxima admisible para conductores unipolares entubados tipo HEPRZ-1 de aluminio, según la tabla 12 de la ITC-LAT 06 es de 135A, para este caso particular, la intensidad máxima admisible será de:

$$I_{\max} = I_{adm} \cdot f_1 \cdot f_2 = 345 \cdot 1,10 \cdot 1,02 = 387,09 A$$

**Por lo que la Intensidad máxima admisible en este caso será de 387,09A.**

### 1.3.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

#### **Intensidad**

La intensidad de la línea de Media Tensión viene determinada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 17,52 A$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
S (kVA)	Potencia Transformador (400kVA)
U (kV)	Tensión Red de Media Tensión (13,2kV)
I (A)	Intensidad Nominal

Como se ve, se ha calculado en las condiciones más desfavorables, teniendo en cuenta la potencia total del transformador.

### Densidad de corriente

La densidad de corriente en las condiciones de plena carga, viene determinada por la siguiente expresión:

$$D = \frac{I}{s} = \frac{17,52}{240} = 0,073 \text{ A/mm}^2$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
I (A)	Intensidad a plena carga 17,52A
s (mm <sup>2</sup> )	Sección del conductor (240mm <sup>2</sup> )
D (A/mm <sup>2</sup> )	Densidad de corriente a plena carga

Como se ve la densidad de corriente a plena carga (0,073A/mm<sup>2</sup>) es inferior a la máxima del conductor (1,44A/mm<sup>2</sup>).

### Caída de Tensión

La caída de tensión viene determinada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que la longitud de la línea a instalar desde la salida en el centro de transformación de compañía hasta el Centro de Transformación objeto del proyecto es de 10 metros, realizándose la conexión en punta.

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi) = \sqrt{3} \cdot 17,52 \cdot 0,010 \cdot (0,169 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,44) = 0,060 \text{ V}$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
I (A)	Intensidad a plena carga (10,95A)
L (km)	Longitud línea (0,020km)
R (Ω/km)	Resistencia (0,169)
X (Ω/km)	Reactancia (0,105)
cosφ	Factor de potencia (0,9)
ΔV (V)	Caída de Tensión

### Pérdida de Potencia

En función de los valores calculados anteriormente, la pérdida de potencia viene determinada por la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot \Delta V \cdot I = \sqrt{3} \cdot 0,060 \cdot 17,52 = 1,82VA$$

### Capacidad de Transporte

La capacidad de transporte de la línea será de:

$$P = \sqrt{3} \cdot D \cdot s \cdot U = \sqrt{3} \cdot 1,44 \cdot 240 \cdot 13,2 = 7.892,12kVA$$

## 2. CÁLCULOS CENTRO DE SECCIONAMIENTO

### Intensidad de Media Tensión

En este caso la intensidad de media tensión es la máxima que puede soportar el embarrado, que es **I<sub>max</sub> = 400A**.

## Cortocircuitos

### Observaciones

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

### Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de Media Tensión de la instalación se empleará la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 15,33 kA$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$S_{cc}$ (MVA)	Potencia de cortocircuito de la red (350MVA)
$U_p$ (kV)	Tensión de servicio (13,2kV)
$I_{ccp}$ (kA)	Intensidad de cortocircuito en M.T.

## Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por Ormazábal 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.

### 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 de bucle, que en este caso es de 400A.

#### Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito en Media Tensión, calculada anteriormente, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 2,5 \cdot I_{ccp} = 2,5 \cdot 15,33 = 38,31kA$$

#### Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de 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 38,31kA.

### **Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

En este caso se protegerá el circuito de salida contra sobrecargas y cortocircuitos. Para ello se dispone de una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.

- No producir disparos durante el arranque en vacío del transformador, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador del centro de transformación de cliente, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad de los fusibles será la reflejada en las tablas de la MT 2.13.40 de Iberdrola, indicándose que para un centro de 250kVA, la intensidad de los fusibles será 25A con tensión asignada de 24kV.

### **Cálculo de la instalación de PAT**

#### Investigación de las características del suelo

El reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión, en la instrucción ITC-RAT-13 indica que, "en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1.500A no será obligatorio realizar una investigación de las características del terreno, bastando el examen visual del terreno, pudiendo estimar su resistividad mediante la tabla 2 de la ITC.

Según la investigación previa del terreno, donde se situará el Centro de Seccionamiento, se determina la resistividad media en 150Ωm.

### Determinación de las corrientes máximas de p.a.t. y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

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

De la red:

- Tipo de Neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra o unido a ésta 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, o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 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.

La Intensidad máxima de defecto la calcularemos empleando la siguiente expresión:

$$I_{d \max cal} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$U_n$	Tensión de servicio (kV)
$L_a$	Longitud de las líneas aéreas (km)
$L_c$	Longitud de las líneas subterráneas (km)
$C_a$	Capacidad de las líneas aéreas (0,006 mF/km)
$C_c$	Capacidad de las líneas subterráneas (0,250 mF/km)
$\omega$	Pulsación del sistema (2 $\pi$ f)
$I_{dmaxcal}$	Intensidad de defecto máxima calculada

Obteniéndose en este caso un valor de:

$$I_{dmaxcal} = 18,36A$$

Superior al establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{dmax} = 10A$$

#### Diseño preliminar de la instalación de puesta a 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.

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

Datos de la red de distribución

Tensión de la línea: 13.200 V  
 Característica de actuación de las protecciones:  $I'1F \cdot t = 400$

### Puesta a tierra de herrajes

Longitud de las líneas aéreas (La):	10km
Longitud de las líneas subt. (Lc):	10km
Limitación de la intensidad a tierra (Idm):	10A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$V_{bt} = 8.000V$$

### Características del terreno

Resistencia de tierra (Ro):	150Ωm
Resistencia del hormigón (R'o):	3.000Ωm

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$I_d$	Intensidad de falta a tierra (A)
$R_t$	Resistencia total de puesta a tierra (Ω)
$V_{bt}$	Tensión de aislamiento en baja tensión (V)

La intensidad de defecto la calculamos mediante la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$U_n$	Tensión de servicio (V)
$L_a$	Longitud de las líneas aéreas (km)
$L_c$	Longitud de las líneas subterráneas (km)
$C_a$	Capacidad de las líneas aéreas (0,006 mF/km)
$C_c$	Capacidad de las líneas subterráneas (0,250 mF/km)
$\omega$	Pulsación del sistema (2 $\pi$ f)
$R_t$	Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$I_d$	Intensidad de falta a tierra (A)

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 9,52A.$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar será de:

$$R_t = 840,34 \Omega.$$

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 un  $K_r$  más cercano inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$R_t$	Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$R_o$	Resistividad del terreno ( $\Omega m$ )
$K_r$	Coefficiente del electrodo

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

$$K_r \leq 5,6022$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

CONFIGURACIÓN SELECCIONADA	20-50/5/42
Geometría del sistema	Anillo rectangular
Distancia de la red	2,0x2,0 metros
Profundidad del electrodo horizontal	0,5 metros
Número de picas	Cuatro
Longitud de las picas	2 metros

Parámetros característicos del electrodo

Resistencia  $K_r = 0,135$

Tensión de paso  $K_p = 0,0335$

Tensión de contacto ext.  $K_c = K_p(\text{acc}) = 0,0723$

### Medidas de seguridad adicionales para evitar las 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 no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Seccionamiento se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$R'_t$	Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$R_o$	Resistividad del terreno ( $\Omega m$ )
$K_r$	Coefficiente del electrodo

Por lo que para este Centro de Seccionamiento:

$$R'_t = 20,25\Omega$$

La Intensidad de defecto real, será de:

$$I'_d = 10A$$

### **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 de los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Además, a este tipo de centros es imposible acceder, dadas sus reducidas dimensiones.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$V'_d$	Tensión de defecto (V)
$R'_t$	Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$I'_d$	Intensidad de defecto (A)

Por lo que para este Centro de Seccionamiento:

$$V'_d = 202,50V$$



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:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$V'_c$	Tensión de paso en el acceso (V)
$K_c$	coeficiente
$R_o$	Resistividad del terreno ( $\Omega m$ )
$I'_d$	Intensidad de defecto (A)

Por lo que para este Centro de Seccionamiento:

$$V'_c = 108,45V$$

### **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 paso y contacto en el interior de los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$V'_p$	Tensión de paso en el exterior (V)
$K_p$	coeficiente
$R_o$	Resistividad del terreno ( $\Omega m$ )
$I'_d$	Intensidad de defecto (A)

Por lo que para este Centro de Seccionamiento:

$$V'_p = 50,25V$$

### Cálculo de las tensiones aplicadas

Los valores admisibles son, para una duración de la falta igual a 0,7 segundos:

La tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_o}{1.000} \right]$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$U_p$	Tensión de paso en el exterior (V)
$U_{ca}$	Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de corriente de la falta. En este caso 0,7 segundos (V)
$R_o$	Resistividad del terreno ( $\Omega m$ )
$R_{a1}$	Resistencia del calzado, superficie de material aislante, etc. ( $\Omega$ )

Por lo que, para este caso:

$$U_p = 6.313V$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1.000} \right]$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$U_p$	Tensión de paso en el exterior (V)
$U_{ca}$	Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de corriente de la falta. En este caso 0,7 segundos (V)
$R_o$	Resistividad del terreno ( $\Omega m$ )
$R'_o$	Resistividad del hormigón ( $\Omega m$ )
$R_{a1}$	Resistencia del calzado, superficie de material aislante, etc. ( $\Omega$ )

Por lo que, para este caso:

$$U_{p(acc)} = 15.461,5V$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 50,25V < V_p = 6.313V.$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 108,45V < V_{p(acc)} = 15.461,50V.$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 202,50V < V_{bt} = 8.000V.$$

Intensidad de defecto:

$$I_d = 10A \leq I_{dm} = 10A.$$

### 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 reflejadas en el Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que cambie su 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.

### 3. CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

#### Intensidad en el lado de Media Tensión

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

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

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
S (kVA)	Potencia del Transformador (kVA)
Up (kV)	Tensión primaria (13,2kV)
Ip (A)	Intensidad primaria

Para el transformador, de 400kVA, la intensidad primaria es de:

$$IP1 = 17,52 \text{ A.}$$

### Intensidad en el lado de Baja Tensión

La intensidad secundaria de un transformador trifásico vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
S (VA)	Potencia del Transformador (VA)
Us (V)	Tensión en las salidas en vacío (420V)
Is (A)	Intensidad secundaria

Para el transformador, de 400kVA, la intensidad secundaria es de:

$$IS1 = 550,51 \text{ A.}$$

### Cortocircuitos

#### Observaciones

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

#### Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la **corriente de cortocircuito en el lado de Media Tensión** de la instalación se empleará la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 15,33 \text{ kA}$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Scc (MVA)	Potencia de cortocircuito de la red (350MVA)
Up (kV)	Tensión de servicio (13,2kV)
Iccp (kA)	Intensidad de cortocircuito en M.T.

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 condiciones reales.

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

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

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Scc (kVA)	Potencia del transformador (kVA)
Ecc (%)	Tensión porcentual de cortocircuito (4%)
Us (V)	Tensión secundaria en vacío (420V)
Iccs (kA)	Intensidad de cortocircuito en B.T.

Para el transformador, de 250kVA, la intensidad secundaria es de:

$$I_{ccs1} = 13,76 \text{ kA.}$$

### Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por Ormazábal 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.

### 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 de bucle, que en este caso es de 400A.

### Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito en Media Tensión, calculada anteriormente, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 2,5 \cdot I_{ccp} = 2,5 \cdot 15,33 = 38,33 \text{ kA}$$

### Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de 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 15,33kA.

### **Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

El Transformador estará protegido tanto en Media Tensión como en Baja Tensión. En Media Tensión la protección la efectuarán las celdas asociadas al transformador, mientras que en Baja Tensión la protección se incorporará en los cuadros de las líneas de salida.

La **protección en Media Tensión** del Transformador de 250kVA se realizará utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío del transformador, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles será de 40A.

Para la **protección en Baja Tensión**, al secundario del transformador se conectará un interruptor de corte en carga con fusibles calibrados a 500A con poder de corte 100kA, de tal forma que protejamos el transformador contra sobrecargas y cortocircuitos y la línea de BT que sale de él.

### **Dimensionado de los Puentes de MT**

Los cables que se utilizarán en esta instalación, descritos en el documento Memoria del presente Proyecto, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.



La intensidad nominal del Transformador es de 17,52A, la cual es inferior al valor máximo admitido por el cable. Este valor es de 150A para un conductor de 50mm<sup>2</sup>.

### Dimensionado de la ventilación del CT

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se empleará la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$W_{cu}$ (kW)	Pérdidas en el cobre del transformador
$W_{fe}$ (kW)	Pérdidas en el hierro del transformador
K	Coef. en función de la forma de las rejillas (entre 0,35 y 0,40)
h (m)	Dist. Vertical entre rejillas de entrada y salida
$\Delta T$ (°C)	Aumento de la temperatura del aire
$S_r$ (m <sup>2</sup> )	Superficie mínima de las rejillas de entrada

No obstante, y aunque esta expresión es aplicable a todos los edificios prefabricados de la marca Ormazábal, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

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

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia hasta 1.000kVA.
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformadores de potencia hasta 1.600kVA.

### **Dimensionado del pozo apagafuegos**

Se dispondrá de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad, 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.

### **Cálculo de la instalación de PAT**

#### Investigación de las características del suelo

El reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión, en la instrucción ITC-RAT-13 indica que, "en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1.500A no será obligatorio realizar una investigación de las características del terreno, bastando el examen visual del terreno, pudiendo estimar su resistividad mediante la tabla 2 de la ITC.

Según la investigación previa disponemos de un suelo formado por arcillas compactas, por lo que la resistividad será de  $200\Omega\text{m}$

#### Determinación de las corrientes máximas de p.a.t. y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

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

De la red:

- Tipo de Neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra o unido a ésta 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, o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 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.

#### Diseño preliminar de la instalación de puesta a 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.

#### *Datos de la red de distribución*

Tensión de la línea:	13.200 V
Intensidad máxima de falta a tierra:	4.500 A
Resistividad del terreno:	200Ωm
Característica de actuación de las protecciones:	$I'1F \cdot t = 400$

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

Electrodo utilizado 70-40/8/82

Parámetros característicos del electrodo

Resistencia	$K_r = 0,066$
Tensión de paso	$K_p = 0,0101$
Tensión de contacto ext.	$K_c = K_p(\text{acc}) = 0,0294$

CONFIGURACIÓN SELECCIONADA	70-40/8/82
Geometría del sistema	Anillo rectangular
Distancia de la red	7,0x4,0 metros
Profundidad del electrodo horizontal	0,8 metros
Número de picas	Ocho
Longitud de las picas	2 metros

El valor de Resistencia a tierra del CT:

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,066 \cdot 200 = 13,2\Omega < 50\Omega$$

Donde  $\rho$  es la resistividad del terreno.

El valor de la Intensidad de la corriente de defecto a tierra:

$$I'_{1Fp} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \sqrt{(R_n + R_T)^2 + X_n^2}} = \frac{13.200}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 13,2)^2 + 1,863^2}} = 572,36 A$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Xn	Reactancia de la red ( $\Omega$ )
Rn	Resistencia de la red ( $\Omega$ )
RT	Resistencia de tierra del CT ( $\Omega$ )
$\varphi U_n$	Tensión de la red (V)

#### 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 den al exterior del centro estarán aisladas, 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 electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4mm, formando una retícula no superior a 30x30cm. Este mallazo se conectará en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del CT. Este mallazo se recubrirá con una capa de hormigón de 10cm de espesor como mínimo. Con esto conseguimos que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, se encuentre sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y paso interior.
- Por otro lado, no deberá haber partes metálicas puestas a tierra dentro del Centro de Transformación, que se puedan tocar teniendo los pies en el exterior del centro.

#### Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso

Determinación de la tensión máxima de paso que aparece en la instalación:

Tensión de paso  $K_p = 0,0101$

$$U_{pa} = K_p \cdot R_o \cdot I_d' = 0,0101 \cdot 200 \cdot 572,38 = 1.156,21V$$

Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona:

$$U'_{pa} = \frac{U_{ps}}{\left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1.000}\right]} = \frac{1.156,21}{\left[1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 200}{1.000}\right]} = 186,49V$$

Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones):

$$t = \frac{400}{572,36} = 0,70s$$

Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT:

Según la figura 2, como  $U_{pa} = 10U_{ca}$ , el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible, no será superior a 1.650V, para el tiempo de paso de 0,70 segundos.

Como  $U'_{pa}$  es 186,49V, inferior a 1.650V, **la configuración 70-40/8/82** seleccionada, **cumple con el requisito considerado.**

Cumplimiento del requisito a la tensión de paso en el acceso que aparece en la instalación

Al ser el piso del Centro de Transformación de hormigón, con mallazo equipotencial, unido al sistema de tierra de protección, y el piso de la zona exterior del mismo, también de hormigón, al acceder una persona al Centro de Transformación, aparecerá una tensión de paso entre sus pies, al estar un pie al potencial del electrodo, y en el caso más desfavorable, el otro pie a potencial cero.

Determinación de la tensión máxima de paso en el acceso que aparece en la instalación

$$U_{p.\max acc} = V'_d = R_T \cdot I'_{1Fp} = 13,2 \cdot 572,36 = 7.555,15V$$

Determinación de la tensión máxima de acceso aplicada a la persona:

$$U'_{pa} = \frac{U_{p.\max acc}}{\left[1 + \frac{2R_{al} + 6\rho_s^*}{1.000}\right]} = \frac{7.555,15}{\left[1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 3.000}{1.000}\right]} = 328,48V$$

Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones):

$$t = \frac{400}{572,36} = 0,70s$$

Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT

Según la figura 2, como  $U_{pa} = 10U_{ca}$ , el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible, no será superior a 1.650V, para el tiempo de paso de 0,70 segundos.

Como  $U'_{pa}$  es 328,48V, inferior a 1.650V, **la configuración 70-40/8/82** seleccionada, **cumple con el requisito considerado.**

**Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión que aparece en la instalación**

$$V'_d = R_T \cdot I'_{1Fp} = 13,2 \cdot 572,36 = 7.555,15V$$

Como el valor  $V'_d$  es 7.555,15V < 10.000V, **la configuración 70-40/8/82** seleccionada, **cumple con el requisito considerado.**

#### 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 1.000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1.000V indicados.

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

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2.000 \cdot \pi} = \frac{200 \cdot 572,36}{2.000 \cdot \pi} = 18,21m$$

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$R_o$	Resistividad del terreno ( $\Omega m$ )
$I_d'$	Intensidad de defecto (A)
D	Distancia mínima de separación en metros

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 si la hubiera (no es el caso puesto que la medida se realiza en Baja Tensión).

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

IDENTIFICACION	5/32 (según método UNESA)
Geometría	Picas alineadas separadas 3 metros
Número de picas	Tres
Longitud de las picas	2 metros
Profundidad de las picas	0,5 metros

Los parámetros de esta configuración de tierras según se indica en el método de cálculo de UNESA es:

$K_r$	0,130
$K_p$	0,0170

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

$$R_{serv} = K_r \cdot R_o = 0,130 \cdot 200 = 26\Omega < 37\Omega$$

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



### 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 reflejadas en el Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que cambie su 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.

## **4. CONCLUSION**

Con todo lo anteriormente expuesto en memoria, instalación eléctrica y con los planos que se acompañan, consideramos suficientemente clara y completa la descripción de instalaciones que sometemos a la aprobación de las Autoridades Administrativas.

Las medidas son orientativas, así como los materiales, pudiendo ser cambiados bien por necesidades de la obra o por decisión de la Dirección Facultativa.

Septiembre de 2.021

Óscar González Sánchez

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado nº 1.830 del COGITISA



**PLIEGO DE CONDICIONES****1. MATERIALES Y EQUIPOS****1.1. TUBOS PROTECTORES**

En las canalizaciones subterráneas se utilizarán tubos protectores aislantes, siendo ellos, salvo especificación en contra, de PVC y del tipo corrugado duro exterior y liso interior, con un grado de protección mínimo IP-XX7. Su diámetro mínimo será de 160mm, salvo que se indique otro inferior específicamente.

Podrán utilizarse también tubos rígidos de PVC, del tipo electroducto, con uniones abocardadas para unión mediante cola. En situaciones especiales se utilizarán de estos mismos si bien previstos para presiones hidrostáticas de 2 ó 4 atmósferas.

**1.2. TUBOS DE ACERO**

Los tubos de acero serán galvanizados, después de su mecanización, al igual que sus piezas especiales, las cuales serán roscadas, a no ser que se especifique lo contrario.

El diámetro mínimo a utilizar será M-16 y en casos especiales cuando sea necesario utilizar diámetros superiores a los comerciales habituales para esta finalidad, se hará uso de tubos ordinarios utilizados en instalaciones mecánicas, pero siempre habiendo recibido el tratamiento indicado.

Se utilizarán para paso de canalizaciones aéreas a subterráneas, siendo su diámetro mínimo en este caso M-40.

**1.3. CABLES AISLADOS PARA ALTA TENSIÓN**

Las tensiones nominales serán de 13,2kV, y para los cálculos de cualquier tipo se considerará un factor de potencia de 0,9.

Las derivaciones de estas redes serán realizadas desde las celdas de derivación situadas en los C.T. o desde líneas aéreas.

La caída de tensión máxima admisible se regirá por los mismos criterios establecidos para las líneas aéreas. Igualmente se tendrá en cuenta lo indicado en dicho apartado, en cuanto a la sección desde el punto de vista de las pérdidas.

Cuando se trate de líneas que vayan a construir una red en anillo, en todas ellas se mantendrá una sección constante.

En estas Normas Particulares se establecen dos tipos de líneas subterráneas, definidas por las características del aislamiento del cable que se utiliza, conforme se indica en los apartados que siguen a continuación.

La elección entre estos tipos de conductores, vendrá determinada principalmente por las características de la red existente a la que deba ser conectado la que se proyecta y que deberán mantenerse, dificultades de manejo en su tendido, riesgos de daños mecánicos, etc.

Líneas con cables de aluminio aislados con papel impregnado. Las características principales del cable serán:

- Tensión nominal  $U/u = 12/20\text{kV}$ , siendo  $U_0$  la tensión nominal entre cada uno de los conductores y la pantalla metálica y  $U$ , la tensión nominal entre conductores.
- Sección de los conductores: 50, 90, 150, 240 y  $400\text{mm}^2$ .
- Los cables con conductor de sección 150 y  $240\text{mm}^2$  podrán ser tripolares del tipo de campo radial y con armadura o unipolares. Los de sección de  $400\text{mm}^2$  serán únicamente unipolares.

Líneas con cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco termoestable. Las características principales del cable serán:

- Tensión nominal  $U/u= 12/20\text{kV}$  y  $18/30\text{kV}$ , siendo  $U$ , la tensión nominal entre cada uno de los conductores y la pantalla metálica y  $u$ , la tensión nominal entre conductores.
- Sección de los conductores 50, 95, 150, 240 y  $400\text{mm}^2$ .
- Aislamiento: Seco extruído del tipo Epa.

Estos conductores aislados para alta tensión serán de aluminio con sección mínima de  $50\text{mm}^2$  en formación unipolar. Contarán con aislamiento seco de polietileno reticulado con cubierta de PVC, o similares; construidos y ensayados según las normas UNE-21123 y ICE-502.

Irán dotados de pantallas semiconductoras de elastómero sobre conductor y sobre aislamiento, bien como de una pantalla metálica de hilos de cobre recocido.

Preferentemente tendrá cubierta exterior en colores vivos que permitan su fácil visualización en las situaciones de instalación.

El resto de características de la línea son comunes en ambos, y pueden verse en el documento NI 56.43.01.

#### **1.4. CONDUCTORES PARA BAJA TENSIÓN**

De forma general los conductores a emplear en la instalación serán de cobre recocido o aluminio, según se especifique; siendo de un solo alambre hasta la sección de  $4\text{mm}^2$  y por varios en haz para secciones superiores.

Los conductores serán aislados, salvo casos de conductores de toma de tierra y excepciones referidas en el proyecto, cumpliendo con lo especificado en la norma UNE-21022, conductores de cables aislados. En general tendrán la clasificación de no propagadores de la llama.

El aislamiento de los conductores podrá ser termoplástico o termoestable, conforme se indique; para el caso de los de tensiones de 0,6/1kV.

En el interior de los cuadros de maniobra se utilizarán conductores termoplásticos aislados para 750V. La sección mínima a utilizar será de 1,5mm<sup>2</sup>.

Los conductores para líneas aéreas y para fijación a fachadas (en caso de que los hubiera) serán del tipo manguera, con todos los de un sistema reunidos bajo una misma cubierta protectora.

Los que vayan a ser utilizados en canalización subterránea serán unipolares.

En ambos casos llevarán cubierta exterior de PVC. Su aislamiento será para 1.000V, pudiendo ser a base de PVC o de polietileno reticulado (*XLPE*); recibiendo las denominaciones VV 0,6/1kV y RV 0,6/1kV, respectivamente. En ambos casos la tensión de ensayo en valor eficaz a la frecuencia industrial será de 3,5kV.

Cada conductor, dentro de la envuelta común, quedará identificado por coloración, según lo indicado en la Norma UNE 21-089-81.

La fabricación de estos conductores atenderá a las Normas UNE 21022, UNE 21123.

Los conductores a emplear serán de fabricantes de reconocida solvencia técnica en la materia. Cuando exista duda sobre la calidad el DTO podrá solicitar los correspondientes certificados de homologación y sujeción a normas.

### **1.5. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN**

Las cajas generales de protección serán para uso exterior, con un grado de protección mínimo IP-437. Serán de doble aislamiento y de una intensidad nominal mínima de 80A; con esquema adecuado al sistema de montaje de cada situación particular. Llevarán terminales bimetálicos y serán homologadas por la Compañía Suministradora de la energía eléctrica, quien colocará los fusibles adecuados.

De común acuerdo con ella podrán suprimirse las CGP, colocándose los fusibles en el propio armario de totalización.

### **1.6. ARQUETAS**

Las arquetas, salvo especificación en contrario, serán tronco piramidales de 1m de lado en la base y 0,68m en la parte superior. Serán prefabricadas de hormigón H125, de pared 0,2m y solera 0,05m, registrables "in situ" tipo AG. El marco y la tapa serán de acero fundido tipo M3/T3 o M2/T2.

En su ejecución se recibirán los tubos de entrada de forma que queden a 10cm por encima del fondo. Su terminación superior se hará de forma que quede rasante con el pavimento existente o proyectado, dándole una pendiente del 2% para evitar la entrada de agua.

### **1.7. ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA**

Las puestas a tierra locales o generales se realizarán con picas de acero-cobre de 2.000mm por 14 ó 17mm de diámetro. Utilizando para la conexión grilletes bimetálicos de material anticorrosivo o soldadura aluminotérmica.

El conductor a utilizar en las líneas de enlace con tierra será de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>.

Para la unión del conductor con los elementos a poner a tierra se utilizarán terminales o conectores bimetálicos; los cuales habrán sido previamente impregnados con pasta conductora antioxidante.

## **1.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **1.8.1. Calidad de los materiales**

#### **1.8.1.1. Obra Civil**

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo PFS-48-V de Ormazabal o similar.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.



### **1.8.1.2. Aparamenta de Alta Tensión**

Las celdas a emplear serán de la serie Cosmos de Ormazabal, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP-307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

### **Características constructivas**

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos,

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

que se describen a continuación.

a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF<sub>6</sub>, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

c) Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

d) Compartimento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

### **Características eléctricas**

- |  |               |
|--|---------------|
| - Tensión nominal                        | 24kV.         |
| - Nivel de aislamiento:                  |               |
| a. a la frecuencia industrial de 50 Hz   | 50kV ef.1mn.  |
| b. a impulsos tipo rayo                  | 125kV cresta. |
| - Intensidad nominal funciones línea     | 400A.         |
| - Intensidad nominal otras funciones     | 200/400A.     |
| - Intensidad de corta duración admisible | 16kA ef. 1s.  |

### **Interruptores-seccionadores**

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 12.5kA ef.

### **Cortacircuitos-fusibles**

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

### **Puesta a Tierra**

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

#### **1.8.1.3. Transformadores**

El transformador a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

#### **1.8.1.4. Cuadro de Baja Tensión**

Estará constituido por una envolvente aislante con placa soporte con unidad seccionadora por corte magnetotérmico de hasta 630A, para la protección de una salida en Baja Tensión.

### **1.8.2. Normas de ejecución de las instalaciones**

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

### **1.8.3. Pruebas reglamentarias**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en la ITC-RAT 02.

### **1.8.4. Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad**

#### **Prevenciones Generales**

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

### **Puesta en Servicio**

8. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
9. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

### **Separación de Servicio**

10. Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
12. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.
13. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

### **Prevenciones especiales**

14. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
15. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
16. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### **1.8.5. Certificados y Documentación**

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

### **1.8.6. Libro de Órdenes**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **2. CONDICIONES DE EJECUCIÓN**

### **2.1. EXCAVACIONES**

Se cuidará durante las diversas etapas de la excavación y explanación del perfecto drenaje, evitando también que se produzcan erosiones.

Se tomarán los cuidados oportunos para evitar daños en las canalizaciones y tendidos que pudieran existir. Cualquier hallazgo imprevisto será puesto en conocimiento de la Dirección Técnica de la obra.



## **2.2. VACIADO DE ZANJAS Y POZOS**

Se realizará en general por medios mecánicos, procediéndose a la entiba cuando sea necesario o siempre que se rebase la profundidad de 1,30 metros y deban introducirse en ellas personas.

Las entibaciones se realizarán con madera seca con una resistencia superior a 300kg/cm<sup>2</sup>.

El material retirado tendrá el destino que se le asigne en el Proyecto o que ordene la Dirección Técnica de la Obra (DTO).

## **2.3. RELLENO DE ZANJAS Y POZOS**

Los rellenos se producirán una vez consolidadas las tierras o estructuras que deban contenerlos.

El relleno se realizará apisonándolo por tongadas de un máximo de 30cm, realizando el humedecido de las mismas hasta que el pisón no deje huellas. Se utilizará en general material de la propia obra, siempre que sea idóneo, recibiendo la aprobación previa de la DTO. En general no se utilizará material plástico, ni aquel que contenga materia orgánica, ni el que contenga áridos mayores de 40mm de diámetro.

## **2.4. HORMIGONES**

En la fabricación del hormigón se utilizarán los materiales adecuados autorizados, realizándose la misma por los procedimientos más adecuados, preferiblemente con la utilización de hormigonera, de forma que la masa obtenida sea lo más homogénea e isótropa posible. Todo ello según lo dispuesto en la EH-SS, en el PG-3 y en el Pliego General de Condiciones para la recepción del hormigón.

No está autorizada en la fabricación del hormigón la colocación de aditivos, salvo que situaciones especiales así lo aconsejen; debiendo solicitarse autorización previa de la DTO.

Cuando se trate de hormigón de planta éste deberá llegar a la obra a temperatura inferior a 40 °C; acompañándole la correspondiente documentación de la central.

En la cimentación se utilizará, salvo en casos especiales, hormigón H-150, el cual podrá ser realizado con canto rodado de un tamaño máximo de 80 mm; siendo la dosificación aproximada para este tipo de árido y para el supuesto de su picado mediante barra, la siguiente:

- Cemento P-350: 300kg/m<sup>3</sup>.
- Agua: 165l/m<sup>3</sup>.
- Arena: 675kg/m<sup>3</sup>.
- Grava: 1.350kg/m<sup>3</sup>.

## **2.5. ARENA**

La arena para la fabricación del hormigón podrá proceder de ríos, canteras, etc. Deberá ser limpia y no contener impurezas arcillosas, u orgánicas o azufre. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespato.

## **2.6. GRAVA**

Podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán estar 1 y 5cm.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o material blando.

## **2.7. CEMENTO**

Se utilizará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento, preferiblemente el P-350.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico. No se utilizará cemento aluminoso.

## **2.8. AGUA**

El agua a utilizar será la sancionada por la práctica o en caso de duda la potable. Podrá proceder de río o manantial estando prohibido el empleo de la que proceda de ciénagas.

## **2.9. VERTIDO DEL HORMIGÓN**

No se realizará hormigonado cuando sean previsibles temperaturas inferiores a 0° C.

El hormigonado de pavimentos o losas se realizará por tiras no mayores de 3 metros de ancho y de 4 metros de longitud; utilizando para su compactación vibrador electromecánico de aguja cuyo diámetro no debe sobrepasar la tercera parte del espesor de la pieza.

Las superficies libres del hormigón después de las seis horas de su vertido y por un periodo de tres días deberán mantenerse continuamente húmedas.

El Contratista deberá mantener en obra un cono de Abrams para la medida de la plasticidad del hormigón, la cual será de 3/5cm de asiento en el citado cono.

Las tongadas horizontales no tendrán más de 25cm de espesor y las verticales más de 1,20m, salvo excepciones justificadas. No se dejarán juntas de hormigonado en los voladizos.

## **2.10. FIJACIÓN DE CAJAS Y ARMARIOS**

Los armarios se fijarán a los paramentos verticales mediante las "orejas" previstas al efecto por el fabricante, haciendo uso de tacos de expansión y tornillos galvanizados, u hormigonando pernos roscados sobre el paramento.

En los casos en que sea necesario o conveniente que los armarios vayan en el suelo se montarán sobre una peana de hormigón u obra de fábrica, haciendo uso del zócalo apropiado del mismo fabricante que el armario.

La altura de colocación de los armarios será la adecuada de forma que permita la manipulación y lectura con comodidad.

Cuando los armarios vayan montados en superficie la entrada a los mismos de los tubos se realizará mediante racores adecuados.

Los armarios se instalarán en locales de fácil acceso y libres de impedimentos que dificulten la manipulación en el interior.

## **2.11. CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS**

Las canalizaciones subterráneas se realizarán con la utilización de tubos protectores, los cuales se colocarán a profundidad mínima de 80cm sobre un lecho de arena de 10cm de espesor.

El tendido de los cables por el interior de los tubos se hará con sumo cuidado, tratando de evitar la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones excesivas. No se darán a los cables curvaturas con radio inferior a seis veces el diámetro del mismo.

Los tubos se colocarán en piezas enteras entre arquetas consecutivas, no permitiéndose en ninguna hipótesis el empalme de dos secciones de tubo, a no ser que estos sean del tipo rígido, en cuyo caso sus uniones se harán procurando que queden perfectamente alineadas, utilizándose adhesivo en caso necesario.

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza y de calzadas de vías con tránsito rodado los tubos, se rodearán de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 30cm. En los casos de cruces con canalizaciones la longitud del tubo hormigonado será, como mínimo de un metro a cada lado de la canalización existente, dejando 15cm de separación con ella.

## **2.12. CONEXIONES**

La conexión entre conductores se hará preferentemente en cajas o arquetas, y nunca en el medio de canalizaciones subterráneas ni en pasos aéreos.

La conexión de los conductores entre sí y con los aparatos o dispositivos será efectuada de modo en que los contactos sean seguros y de larga duración y no se calienten anormalmente. Los medios y procedimientos empleados serán apropiados a la naturaleza de los cables y al modo de instalación de los mismos, siendo preferible la utilización de terminales y conectores.

Los conductores desnudos, preparados para efectuar conexiones, estarán limpios, carentes de toda materia que impida su buen contacto y sin daños producidos por las herramientas durante las operaciones de quitarle el revestimiento del cable.

Las conexiones entre conductores aislados deben cubrirse con una envoltura aislante y protectora eléctrica y mecánicamente equivalente al revestimiento de los mismos. Al preparar éstos para la conexión solo se quitará el aislamiento de la parte precisa.

Los dispositivos de conexión estarán dimensionados de forma que los conductores puedan penetrar en ellos libremente. Solo se quitará el aislamiento de los conductores en la longitud que penetre en los bornes de conexión.

Cuando un cable provisto de una cubierta protectora penetra en la envoltura de un aparato, en una caja de empalme o derivación, etc., la cubierta será también introducida.

## **2.13. PUESTA A TIERRA**

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente a la separación de circuitos, forma de construcción y valores deseados para las resistencias de tierra.

Se establecerán dos circuitos de puesta a tierra totalmente independientes, aislados y separados en tierra al menos 20m en sus partes activas.

A la tierra de masas se unirán todas las partes metálicas del centro de transformación, (herrajes, amarres, aparamenta, cuba del transformador, etc.) y las tomas de tierra de los descargadores o pararrayos.

A la tierra de neutro del transformador se conectará únicamente dicho elemento.

#### **2.14. DESPERFECTOS**

Los desperfectos como consecuencia de la ejecución de las obras en fachadas, pavimentos y zonas ajardinadas se repararán acto seguido a la terminación de éstas, empleando los mismos materiales o elementos existentes originalmente; de forma que no sea perceptible el desperfecto ocasionado.

### **3. CALIDAD DE LA INSTALACIÓN**

#### **3.1. AISLAMIENTO**

Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

En las instalaciones interiores de Baja Tensión, de acuerdo con lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-04 al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se procederá antes de la puesta en servicio de la instalación a la medida del aislamiento entre conductores y entre éstos y tierra. Los valores determinados no serán inferiores a 250.000 ohmios. Esta medición se realizará según se establece en la citada Instrucción.

### **3.2. ENSAYO DIELECTRICO**

Todo el material que forme parte del equipo eléctrico del centro de transformación deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

Además, todo el equipo eléctrico de media tensión deberá soportar durante un minuto sin perforación ni contorneamiento la tensión a frecuencia industrial correspondiente al nivel de aislamiento del centro.

Los ensayos se realizarán aplicando la tensión entre cada fase y masa, quedando las fases no ensayadas conectadas a la masa.

Se medirán la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

### **3.3. EQUILIBRIO DE FASES**

En las instalaciones trifásicas puras y en sus partes componentes se cuidará del debido equilibrio de las fases, procediéndose al mejor reparto posible.

Una vez concluida la instalación el Contratista está obligado a comprobar las intensidades de cada una de las fases para cada parte de la instalación y para su totalidad, procediendo a realizar las correcciones que fueren oportunas de forma que el desequilibrio sea inferior al 10%, salvo en las situaciones que puedan considerarse atípicas.

### **3.4. RESISTENCIA DE TIERRA**

El contratista está obligado a efectuar la medición de la resistencia de las tomas de tierra, comunicando el resultado a la DTO; quien podrá solicitar una nueva medición en su presencia.

Se comprobarán además las tensiones de paso y de contacto, la separación de los diferentes circuitos de tierra y el estado de los mismos y resistencias de sus contactos.

Caso que la resistencia supere el valor fijado en el proyecto deberán tomarse las medidas oportunas para su mejora, o en la imposibilidad de ello proceder a otras sustitutorias.

### **3.5. CALIDAD DE LA INSTALACIÓN**

La DTO podrá solicitar del Contratista que proceda a comprobar niveles de tensión, aislamientos, resistencias de tierra u otros parámetros en diferentes puntos de la instalación cuando lo estime oportuno.

Septiembre de 2.021  
Óscar González Sánchez  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado nº 1.830 del COGITISA





## ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### ÍNDICE

#### **1. OBJETO DEL ESTUDIO**

#### **2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS**

- 2.1. Situación y descripción de las obras
- 2.2. Plazo de ejecución y mano de obra
- 2.3. Unidades constructivas que componen la obra
- 2.4. Equipos técnicos y medios necesarios

#### **3. RIESGOS**

- 3.1. Riesgos profesionales
- 3.2. Riesgos de daños a terceros
- 3.3. Clasificación de los riesgos y medidas

#### **4. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES**

- 4.1. Protecciones individuales
- 4.2. Protecciones colectivas
- 4.3. Protecciones frente a la maquinaria
- 4.4. Formación
- 4.5. Medicina preventiva y primeros auxilios

#### **5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

#### **6. LEGISLACIÓN**

## **1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO**

Este estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el R.D. 1.627/1.997 de 24 de Octubre en el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

## **2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA**

### **2.1. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras contenidas en este proyecto comprenden la ejecución de un centro de seccionamiento de compañía y de un centro de transformación de tipo cliente, con un transformador de 400kVA, así como la conexión con la compañía de distribución de energía eléctrica, con objeto de dotar de suministro eléctrico un centro educativo en ubicado en la C/ Zamora de Guijuelo. Los trabajos se realizarán en la C/ Soria.

### **2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA**

De acuerdo con el programa de trabajo indicado, el plazo previsto para la ejecución de la obra asciende a un mes. Durante este período el número máximo de personas trabajando en la obra simultáneamente se estima en una brigada compuesta por 5 operarios.

### **2.3. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LAS OBRAS**

Las principales unidades que componen las obras son:

- Replanteo de las instalaciones.
- Ejecución de Línea Subterránea de Media Tensión
- Instalación de centro de seccionamiento
- Instalación de Centro de Transformación prefabricado.
- Conexión entre centros.

## **3. RIESGOS**

### **3.1. RIESGOS PROFESIONALES**

#### En el replanteo

- Atropello.
- Golpeo y tropiezo con firmes irregulares y arbustos.
- Picaduras de insectos.
- Caídas de objetos.
- Cortes y golpes.

#### En las excavaciones

- Atropellos.
- Golpes con objetos cercanos a la excavación.
- Caídas de personas a los hoyos.
- Atrapamientos por maquinaria.
- Desprendimientos de tierra.
- Grandes esfuerzos-vibraciones-ruídos.
- Proyección de partículas a los ojos.

### En el hormigonado

- Dermatitis por cemento.
- Interferencias con líneas eléctricas de alta o baja tensión.
- Atropellos por maquinaria.
- Vuelcos y colisiones.
- Salpicaduras de hormigón a cara y ojos.
- Atrapamientos por maquinaria.

### Montaje de Torres y Accesorios

- Caídas de personas desde torres.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas punzantes en manos y otras partes del cuerpo.
- Heridas y contusiones en manipulación de herramientas y bobinas.
- Heridas por herramientas cortantes.

### Tendido de conductores

- Electrocutión por interferencias con líneas eléctricas de alta o baja tensión.
- Interferencias en carreteras, calles, etc. con riesgo de accidente.
- Heridas punzantes en manos y otras partes del cuerpo.
- Heridas y contusiones en manipulación de herramientas y bobinas.
- Atropellos por maquinaria.
- Heridas por herramientas cortantes.

### Riesgos eléctricos

- Contactos directos e indirectos con otras líneas eléctricas.
- Derivados de maquinaria, conducciones, cuadros, etc. que utilicen o produzcan electricidad en obra.
- Descargas por inducciones.
- Arco eléctrico.

### Riesgo de incendio

- En almacenes, vehículos, compresores y maquinaria

## **3.2. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

Dadas las características de las obras, situación, escasa ocupación territorial y mínima duración, los daños a terceros son mínimos. Deberá señalizarse adecuadamente con cintas de colores la ubicación de los hoyos para la cimentación de las torres que estos sean hormigonados y tapados, al objeto de evitar caída de personas o animales ajenos a la obra. Se evitará en lo posible las visitas de curiosos a las mismas, durante su ejecución, cuidando las medidas de seguridad de las visitas imprescindibles de acuerdo con los riesgos detectados.

## **3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS**

De los riesgos enumerados anteriormente se pueden considerar como inevitables los ocasionados por agentes atmosféricos, el resto son evitables, debiendo tomar para ellos las medidas de prevención necesarias que se detallan a en los apartados siguientes.

## **4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES**

### **4.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

- Casco para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes.
- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.
- Guantes dieléctricos (hasta 30kV).
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero con protección en puntera.

- Monos o buzos: Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Provincial.
- Trajes de agua.
- Gafas contra impacto y anti-polvo.
- Gafas anti-arco eléctrico.
- Mascarillas anti-polvo.
- Protectores auditivos.
- Prendas reflectantes.
- Cinturón de seguridad.
- Pértigas de maniobra tipo exterior de 30kV.
- Verificadores de ausencia de tensión.
- Cinturón anti-caída en casos necesarios.
- Mandiles para manejo de martillos compresores.

#### **4.2. PROTECCIONES COLECTIVAS**

##### En excavaciones, transportes, vertido, extensión y compactado de tierras

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Jalones de señalización.
- Redes de protección para desprendimientos localizados.
- Señales acústicas y luminosas.
- Barandillas.
- Riego de pistas.

##### Riesgos eléctricos

- Pórtico de limitación de altura compuesto por perfiles metálicos.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Transformadores de seguridad.

- Mantas y dispositivos aislantes.

#### Riesgos atmosféricos por meteoro:

- Doblar las tomas de tierra.
- Anular trabajos en todos los casos que se observe posible peligro.

#### Tuberías

- Anclajes para tubo.
- Balizamiento luminoso.
- Riesgos por agentes atmosféricos.
- Tomas de tierra.
- Conexiones equipotenciales.
- Anulación de trabajos en condiciones adversas.

#### Incendios

- Extintores.

### **4.3. PROTECCIONES FRENTE A LA MAQUINARIA**

La maquinaria de obra irá equipada, con los elementos de seguridad necesarios, alarma frente a marcha atrás, destellos luminosos rotativos, así como las operaciones de mantenimiento y conservación al día que garanticen el correcto funcionamiento de sus mecanismos y elementos de seguridad.

Asimismo, llevarán en sitios bien visibles, los indicadores de peligro por acercarse a su radio de acción y será preceptivo el mantenimiento periódico de las mismas con vistas a minimizar los riesgos de accidente.



#### **4.4. FORMACIÓN**

Todo el personal debe recibir, al ingresar en las obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de un personal propio que pueda actuar como socorrista cualificado.

#### **4.5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

##### Botiquines

Se dispondrá al menos de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Equipamiento mínimo del armario-botiquín: Agua oxigenada, Alcohol de 96, Tintura de yodo Mercurocromo, Amoniaco de pomada contra picaduras de insectos, Apósitos de gasa estéril, Paquete de algodón hidrófilo estéril, Vendas de diferentes tamaños, Caja de apósitos autoadhesivos, Torniquete, Bolsa para agua o hielo, Pomada antiséptica, Linimento, Venda elástica, Analgésicos, Bicarbonato, Pomada para las quemaduras, termómetro clínico, Antiespasmódicos, Tónicos cardíacos de urgencia, Tijeras, Pinzas.

##### Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas profesionales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente, disponer en la obra, y en sitio visible, de una lista de teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar un rápido transporte de los accidentados a los Centros de asistencia.

#### Reconocimiento médico

Todo personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

### **5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona aliena a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

### **6. LEGISLACIÓN**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas de Alta Tensión según Real Decreto 223/2.008, de 15 de febrero.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión según R.D. 337/2.014, de 9 de mayo.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. R.D. 842/2.002, de 2 de agosto.
- Real Decreto 1.955/2.000, 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.
- Real Decreto 1.432/2.008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de Alta Tensión.
- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 37/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1.215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Septiembre de 2.021

Óscar González Sánchez

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado nº 1.830 del COGITISA

PRESUPUESTO

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

### 9.5.1.- Centro de Transformación

#### 9.5.1.1.- Seccionamiento

##### 9.5.1.1.1.- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

9.5.1.1.1.1	MI.	Ud. Línea de Distribución Subterránea tipo HEPRZ-1 de aluminio o equivalente a decidir por la DF, de sección 3x(1x240)mm <sup>2</sup> , con aislamiento XLPE y cubierta de Poliolefina, con temperatura máxima de utilización 105°, con las características constructivas especificadas en la norma NI-56.43.01 Rev 2, instalada bajo tubo TPC de 160mm de diámetro, incluido tendido en el interior del mismo y terminales correspondientes. Incluye zanja en movimiento de tierras. Totalmente montada e instalada.			
		Total MI. ....:	100,000	54,05	5.405,00
9.5.1.1.1.2	Ud.	Ud. Conexión con línea existente mediante empalmes de tipo contráctiles en frío modelo Elaspeed tipo F de la marca Prysmian o equivalente a decidir por la DF, para conductores subterráneos tipo HEPRZ1 12/20kV de 240mm <sup>2</sup> de sección. Totalmente montados, instalados y conexiones según norma de compañía suministradora.			
		Total Ud. ....:	6,000	139,41	836,46
9.5.1.1.1.3	MI.	MI. Canalización para red de Media Tensión formada por tres tubos de doble pared con diámetro exterior 160mm, con alambre guía, normalizados por compañía suministradora, incluso cinta de señalización de 150mm y color amarillo, normalizada por compañía suministradora. Incluido excavación de la zanja y hormigonado de 40cm alrededor de los tubos. Totalmente montada e instalada.			
		Total MI. ....:	4,000	42,75	171,00
9.5.1.1.1.4	Ud.	Ud. Arqueta de registro troncopiramidal para red de media o baja tensión, prefabricada de hormigón y registrable "in situ" tipo AG, con marco y tapa de fundición tipo M2-T2 ó M3-T3, totalmente terminada.			
		Total Ud. ....:	1,000	80,13	80,13
<b>Total subcapítulo 9.5.1.1.1.- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN:</b>					<b>6.492,59</b>

#### 9.5.1.1.2.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO

9.5.1.1.2.1	Ud.	Ud. Suministro y colocación de Centro de Maniobra y Seccionamiento con telemando CMS-21 de la marca Ormazábal o modelo equivalente, constituido por una envolvente de estructura monobloque de hormigón armado, de dimensiones 2.170x1.330x2.080 (largo x ancho x alto), incluyendo edificio y todos sus elementos exteriores, fabricado según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios. Incluye conjunto compacto metálico de corte y aislamiento en gas SF <sub>6</sub> de celdas CGMCOsmos 2L+1P de ORMAZÁBAL o modelo equivalente, con dos funciones de línea (motorizadas) y una función de protección con fusibles, con celda para alimentación de servicios auxiliares (cgmcosmos-a), con las siguientes características: - Tensión nominal 24kV. - Intensidad nominal 400A. - Intensidad de cortocircuito 16kA-40kA. - Dimensiones 1.190mm / 735mm / 1.740mm. - Celdas de Protección: 1 (fusibles 40A). - Celdas de línea: 2 - Celda para alimentación de servicios auxiliares. - Mecanismo de Maniobra 1: motorizadas (BM motorizado) + control ekor.rci-2002B (Función de línea). - Mecanismo de Maniobra 2: motorizadas (BM motorizado) + control ekor.rci-2002B (Función de línea). - Mecanismo de Maniobra 3 (Secc. CT): Manual (función de protección con fusibles). - 6 bornas o terminales en T K-430-TB EUROMOLD atornillable para celdas de línea - 3 bornas o terminales rectos K-1452-SR EUROMOLD atornillable, para celdas de protección. - Incluye Unidad compacta de Telemando. ekor.uct y equipo de medida de energía eléctrica. Incluye montaje y conexión.			
		Total Ud. ....:	1,000	36.208,32	36.208,32

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN EN INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA" EN GUIJUELO (SALAMANCA)**

9.5.1.1.2.2	Ud.	Ud. Puesta a tierra de protección exterior del Centro, realizada mediante conductor de cobre desnudo, enterrado, de 50mm <sup>2</sup> unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro, con las siguientes características: - Geometría: Anillo rectangular. - Profundidad: 0,8m. - Número de picas: cuatro. - Longitud de picas: 2 metros. - Dimensiones del rectángulo: 2,0x2,0m. Totalmente instalada y conexionada.			
		Total Ud. ....:	1,000	149,20	149,20
9.5.1.1.2.3	Ud.	Ud. Instalación interior de tierras de protección, realizada mediante conductor de cobre desnudo grapado a la pared del edificio y conectado a los equipos de Media Tensión y demás apartamentos del edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Totalmente instalada y conexionada.			
		Total Ud. ....:	1,000	205,74	205,74
9.5.1.1.2.4	Ud.	Ud. Suministro de material para la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: - Par de guantes. - Banqueta aislante. - Pértiga de salvamento. - Una palanca de accionamiento.			
		Total Ud. ....:	1,000	516,10	516,10
9.5.1.1.2.5	Ud.	Ud. Armario para medida individual en Alta Tensión. - Para colocación en intemperie o interior. - Para aplicación de puntos de medida tipo 3. - Armario de poliéster autoextinguible reforzado con fibra de vidrio. - Placa base de poliéster abatible y precintable de 6mm de espesor, mecanizada para la fijación del contador electrónico y modem. - Tornillos para la fijación del contador en latón. - Regleta de bornas de comprobación. - Bandeja portadocumentos fijada en la puerta del armario. - Cierre de la puerta de triple acción mediante llave triangular y posibilidad de bloqueo por candado y apertura 180°. - Incluye 2 prensaestopas para el paso de cables. - Dimensiones 500x750x300mm (ancho x alto x fondo).			
		Total Ud. ....:	1,000	822,78	822,78
<b>Total subcapítulo 9.5.1.1.2.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO:</b>					<b>37.902,14</b>

**9.5.1.1.3.- VARIOS**

9.5.1.1.3.1	Ud.	Ud. Partida para comprobación e inspección inicial de instalación de red de Media Tensión y Centro de Seccionamiento, incluyendo inspección, comprobaciones, mediciones de paso y contacto, verificaciones de la línea subterránea de Media Tensión (megada) y realización de la documentación para legalización (proyecto, final de obra, etc.) y tramitación ante Delegación Territorial de Industria (incluido tasas) y compañía eléctrica.			
		Total Ud. ....:	1,000	1.593,42	1.593,42
<b>Total subcapítulo 9.5.1.1.3.- VARIOS:</b>					<b>1.593,42</b>
<b>Total subcapítulo 9.5.1.1.- Seccionamiento:</b>					<b>45.988,15</b>

**9.5.1.2.- Centro de Transformación**

**9.5.1.2.1.- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN**

9.5.1.2.1.1	MI.	Ud. Línea de Distribución Subterránea tipo HEPRZ-1 de aluminio o equivalente a decidir por la DF, de sección 3x(1x240)mm <sup>2</sup> , con aislamiento XLPE y cubierta de Poliolefina, con temperatura máxima de utilización 105°, con las características constructivas especificadas en la norma NI-56.43.01 Rev 2, instalada bajo tubo TPC de 160mm de diámetro, incluido tendido en el interior del mismo y terminales correspondientes. Incluye zanja en movimiento de tierras. Totalmente montada e instalada.			
		Total MI. ....:	15,000	54,05	810,75
9.5.1.2.1.2	MI.	MI. Canalización para red de Media Tensión formada por dos tubos de doble pared con diámetro exterior 160mm, con alambre guía, normalizados por compañía suministradora, incluso cinta de señalización de 150mm y color amarillo, normalizada por compañía suministradora. Incluido excavación de la zanja y hormigonado de 40cm alrededor de los tubos. Totalmente montada e instalada.			

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN EN INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA" EN GUIJUELO (SALAMANCA)

		Total Ml. ....:	15,000	38,89	583,35
9.5.1.2.1.3	Ud.	Ud. Arqueta de registro troncopiramidal para red de media o baja tensión, prefabricada de hormigón y registrable "in situ" tipo AG, con marco y tapa de fundición tipo M2-T2 ó M3-T3, totalmente terminada.			
		Total Ud. ....:	1,000	80,13	80,13
<b>Total subcapítulo 9.5.1.2.1.- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN:</b>					<b>1.474,23</b>
9.5.1.2.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN					
9.5.1.2.2.1	Ud.	Ud. Edificio prefabricado mod. PFU-4/20 de Ormazábal o modelo equivalente, constituido por una envolvente, estructura monobloque, de hormigón armado, de dimensiones generales 4.460mm de largo, 2.380mm de fondo y 3.045mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, excavación en movimiento de tierras, montaje y accesorios. Incluye conjunto de celdas L+M+P de la serie CGMCosmos de Ormazábal con las siguientes características y elementos en su interior: - Celda CGMCosmos de la marca Ormazábal o equivalente con función de Línea para la conexión con red de distribución de Media Tensión. - Celda CGMCosmos de la marca Ormazábal o equivalente con función de Protección, para la protección del Centro de Transformación con fusibles. - Celda CGMCosmos de la marca Ormazábal o equivalente con función de Medida, incluyendo en su interior los transformadores de tensión y medida de la instalación. - Juego de puentes de MT. - Juego de Puentes de BT. - Defensa metálica del transformador. - Transformador trifásico reductor de tensión de 13,2-20kV/420V 400kVA B2 según norma NI 72.30.00, refrigeración en aceite vegetal modelo de la marca Cotradis o equivalente. - Cuadro de Baja Tensión para 1 salida con protección mediante fusibles e interruptor de corte en carga. Incluye fusibles calibrados de 400A. - Cuadro de Baja Tensión con protecciones, para la protección de los elementos auxiliares del centro de transformación. Incluye 1 int. automático de 25A, 1 int diferencial de 25A-30mA, 1 PIA de 10A y 1 PIA de 16A. - Aparatos auxiliares del CT, Iluminación (normal y de emergencia), interptor, tomas de corriente, cableado y canalizaciones. Totalmente montado, instalado y conexionado.			
		Total Ud. ....:	1,000	21.708,34	21.708,34
9.5.1.2.2.2	Ud.	Ud. Puesta a tierra de protección exterior del Centro, realizada mediante conductor de cobre desnudo, enterrado, de 50mm <sup>2</sup> unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro, con las siguientes características: - Geometría: Anillo rectangular. - Profundidad: 0,8m. - Número de picas: ocho. - Longitud de picas: 2 metros. - Dimensiones del rectángulo: 7,0x4,0m. Incluido trabajos de obra civil en movimiento de tierras. Totalmente instalada y conexionada.			
		Total Ud. ....:	1,000	306,24	306,24
9.5.1.2.2.3	Ud.	Ud. Instalación interior de tierras de protección, realizada mediante conductor de cobre desnudo grapado a la pared del edificio y conectado a los equipos de Media Tensión y demás apartamenta del edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Totalmente instalada y conexionada.			
		Total Ud. ....:	1,000	231,42	231,42
9.5.1.2.2.4	Ud.	Ud. Instalación interior de tierras de servicio, realizada mediante conductor de cobre desnudo grapado a la pared del edificio y conectado al neutro de baja tensión, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Totalmente instalada y conexionada.			
		Total Ud. ....:	1,000	178,79	178,79
9.5.1.2.2.5	Ud.	Ud. Puesta a tierra de servicio o neutro del transformador, realizada mediante conductor de cobre desnudo, enterrado, de 50mm <sup>2</sup> unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro, con las siguientes características: - Geometría: picas alineadas. - Profundidad: 0,8m. - Número de picas: ocho. - Longitud de picas: 2m. - Conectadas al neutro del CT mediante 20 metros de conductor de cobre desnudo de 50mm <sup>2</sup> bajo tubo TPC "doble capa" de 160mm. Distancia entre picas: 3m.			

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN EN INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA" EN GUIJUELO (SALAMANCA)

---

Total Ud. ....:	1,000	472,80	472,80
<b>Total subcapítulo 9.5.1.2.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:</b>			22.897,59
<b>Total subcapítulo 9.5.1.2.- Centro de Transformación:</b>			24.371,82
<b>Total subcapítulo 9.5.1.- Centro de Transformación:</b>			70.359,97



## RESUMEN DE PRESUPUESTO

9.5.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
9.6.1.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	37.902,14
9.5.1.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	24.572,74
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>70.359,97</b>
13% de gastos generales	<b>9.146,80</b>
6% de beneficio industrial	<b>4.221,60</b>
Suma	<b>83.728,36</b>
21% IVA	<b>101.311,32</b>
Presupuesto de ejecución por contrata	

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO Y UN MIL TRESCIENTOS ONCE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS.

Septiembre de 2.021

Óscar González Sánchez

Ingeniero Técnico Industrial

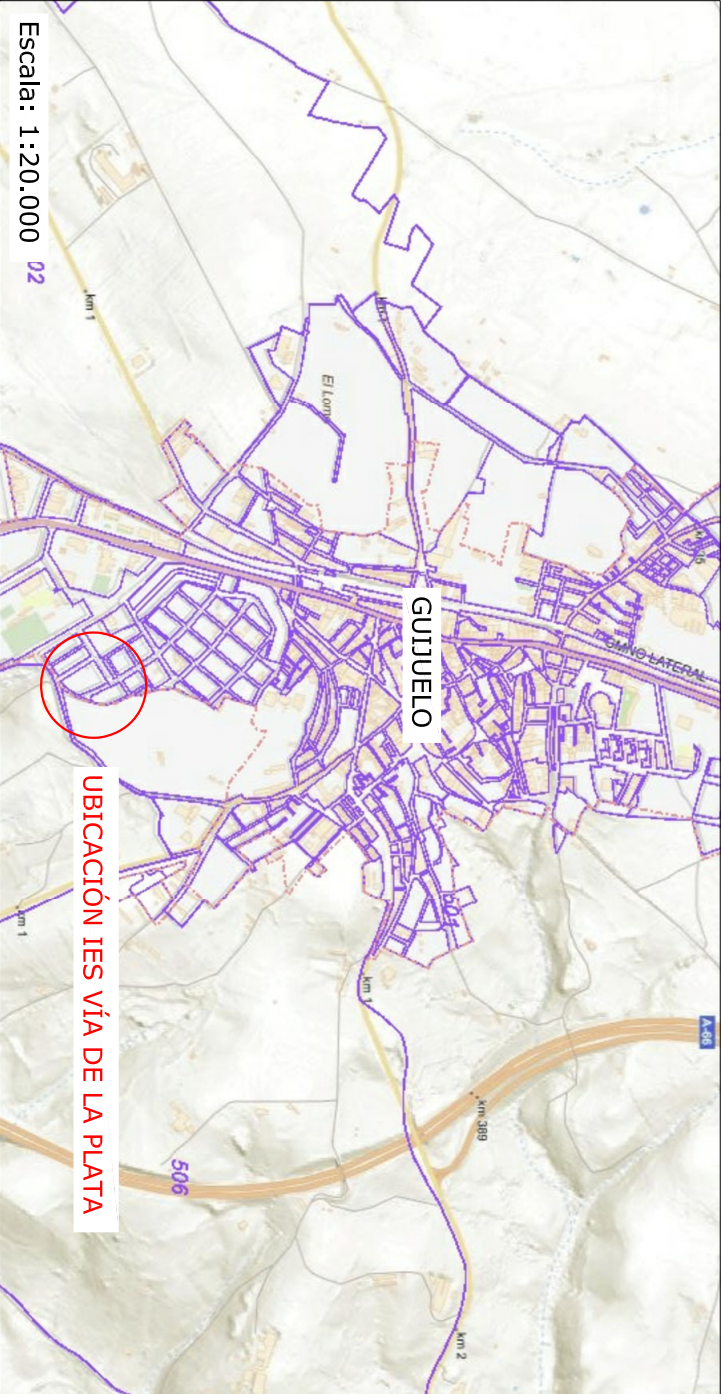
Colegiado nº 1.830 del *COGITISA*



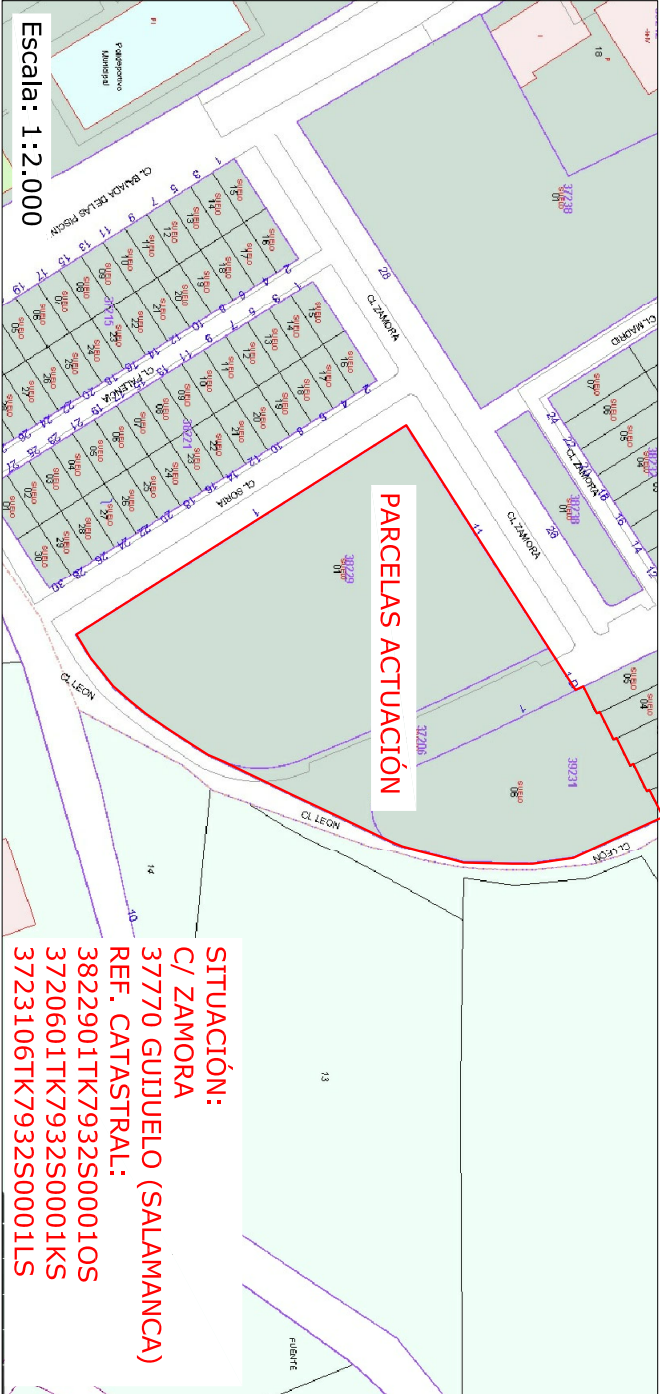




Escala: S/E



Escala: 1:20.000



Escala: 1:2.000

**TÍTULO:**  
**PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN**  
**INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA"**  
**GUIJUELO (SALAMANCA)**

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
C/ ZAMORA. GUIJUELO (SALAMANCA)

TITULAR:

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

PLANO:

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

FECHA:

SEPTIEMBRE 2.021

ESCALA:

varias

Nº:

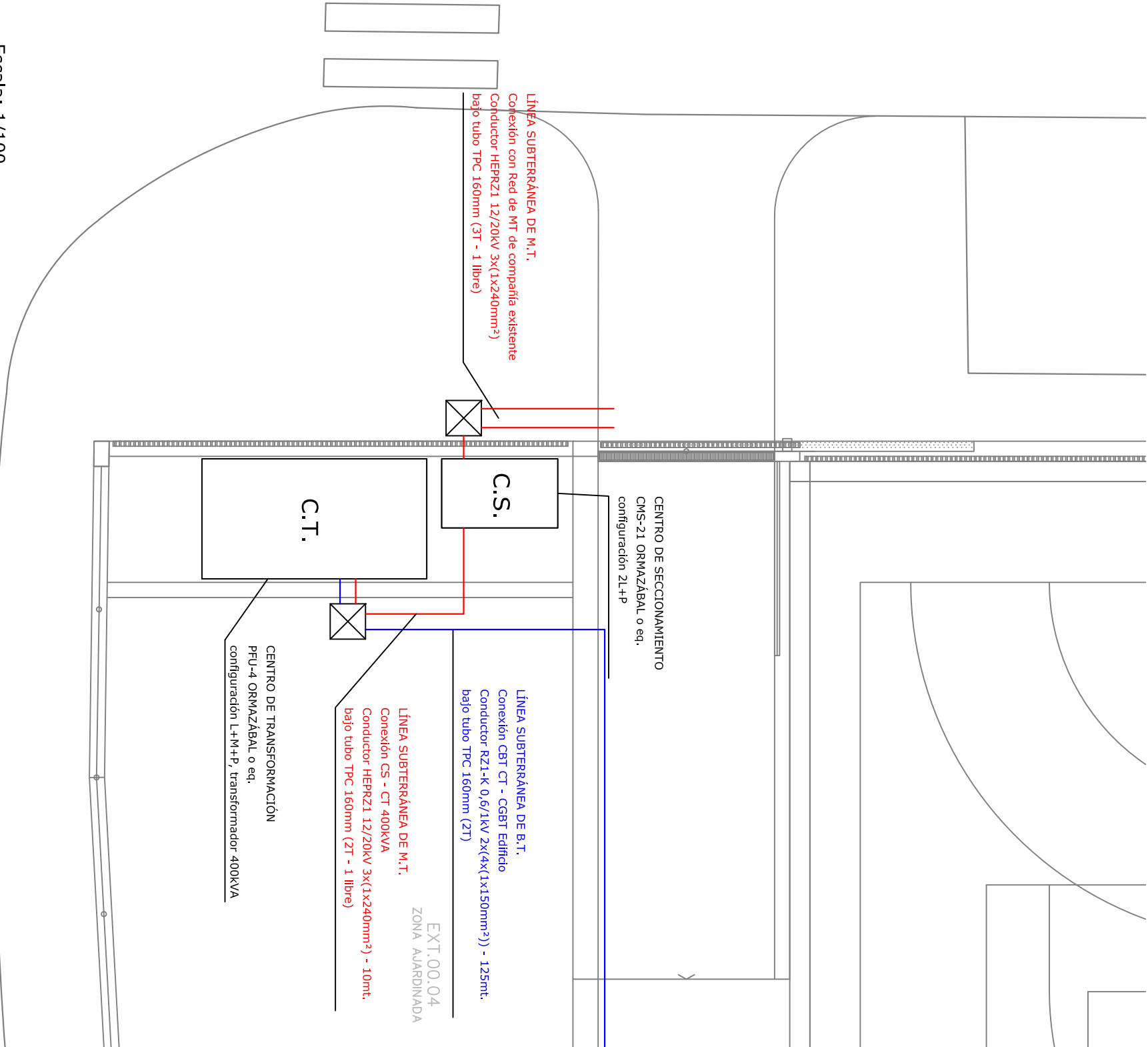
01



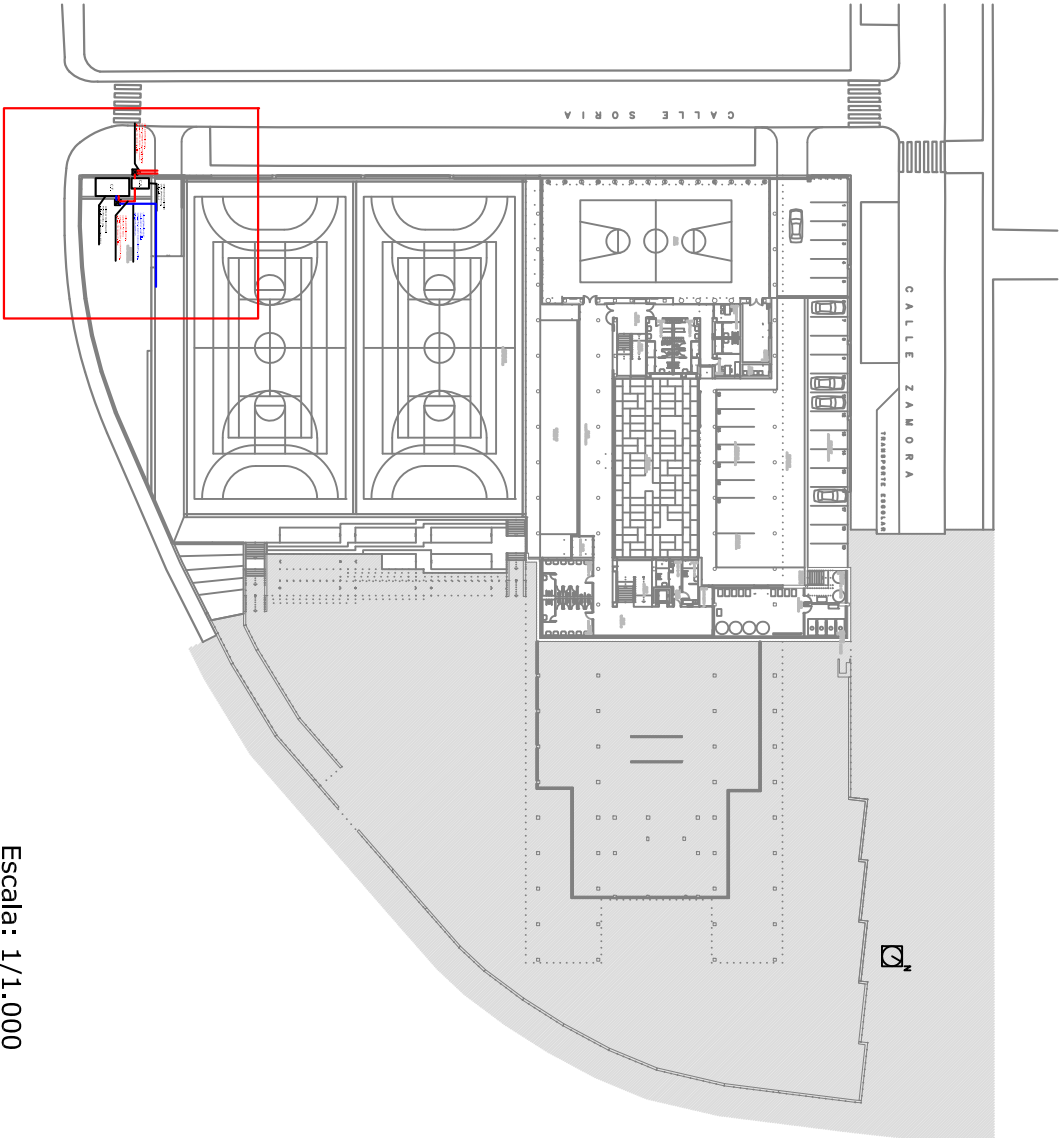
ESTUDIO DE INGENIERÍA TORMES  
C/ MARIA AUXILIADORA, 44 - 1ª Izda. 37.004 SALAMANCA  
923 21 95 16 oscar@eltingenieros.es

**Oscar González Sánchez**  
Colegiado 1830 CORTISA





Escala: 1/100



Escala: 1/1.000

—	Línea Subterránea MT. Conductores tipo HEPRZ1 12/20kV 3x(1x240mm²) bajo tubo TPC 160mm "doble capa", color rojo
—	Línea Subterránea BT. Conductores tipo RZ1-K 0,6/1kV 2x(4x(1x150mm²)) bajo tubo TPC 160mm "doble capa", color rojo
⊗	Arqueta de registro 70x70

LEYENDA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

TÍTULO:  
PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN  
INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA"  
GUJUELO (SALAMANCA)

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
C/ ZAMORA. GUJUELO (SALAMANCA)

TITULAR:  
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

PLANO:  
PLANO DE PLANTA

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2.021

ESCALA:  
varias

Nº:  
02



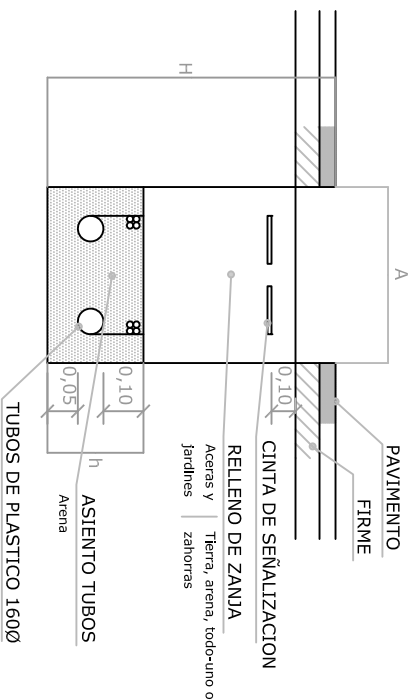
ESTUDIO DE INGENIERÍA TORMES  
C/ MARIA AUXILIADORA, 44 - 1ª Izda. 37.004 SALAMANCA  
923 21 95 16 oscar@eltingenieros.es

Oscar González Sánchez  
Colegiado 1830 Cogitisa

## CANALIZACION ACERAS Y JARDINES (Asiento de arena)

Canalización entubada con tubos 160Ø y cables aislados de 12/20kV (hasta 240mm<sup>2</sup> inclusive)

Colocados en un plano. (Dimensiones en m).

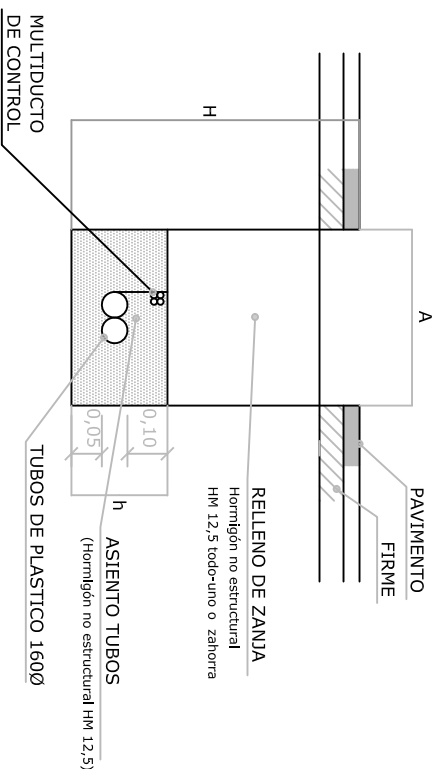


CANALIZACION ENTUBADA BT Y MT					
TUBO 160Ø - Asiento arena					
Nº Tubos	A (m)	H (m)	Altura asiento h (m)	Cinta señalización cable	Multiducto MTT 4x40
2 (1P)	0,35	0,85	0,30	1	NO
3 (T)	0,35	0,90	0,40	1	NO
4 (2P)	0,35	1,00	0,50	1	NO
5 (T)	0,50	0,90	0,40	2	NO
6 (2P)	0,50	1,00	0,50	2	NO
7-9 (2P)	0,50	1,10	1,20	2	NO

## CANALIZACION CRUCES (Asiento de hormigón)

Canalización entubada con tubos 160Ø y cables aislados de 12/20kV (hasta 240mm<sup>2</sup> inclusive)

Colocados en un plano. (Dimensiones en m).



CANALIZACION CRUCES BT Y MT				
TUBO 160Ø - Asiento hormigón				
Nº Tubos	A (m)	H (m)	Altura asiento h (m)	Multiducto MTT 4x40
2 (1P)	0,35	1,05	0,30	NO
3 (T)	0,35	1,10	0,40	NO
4 (2P)	0,35	1,20	0,50	NO
5 (T)	0,50	1,10	0,40	NO
6 (2P)	0,50	1,20	0,50	NO
7-9 (2P)	0,50	1,30	0,65	NO

**TÍTULO:**

PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN  
INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA"  
GUJUELO (SALAMANCA)

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

C/ ZAMORA. GUJUELO (SALAMANCA)

TITULAR:  
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

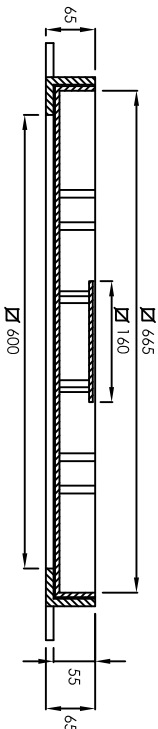
PLANO:  
DETALLE CANALIZACIONES M.T. Y B.T.

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2.021

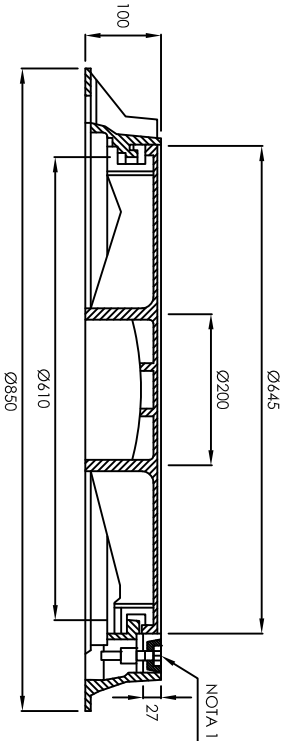
ESCALA:  
S/E

$$\text{O} \quad \text{N}$$

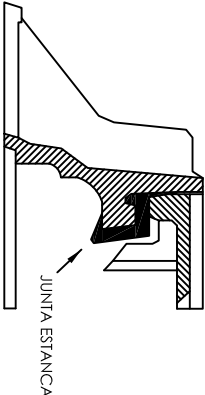
DETALLE MARCO M2 Y TAPA T2  
(Dimensiones en mm.)



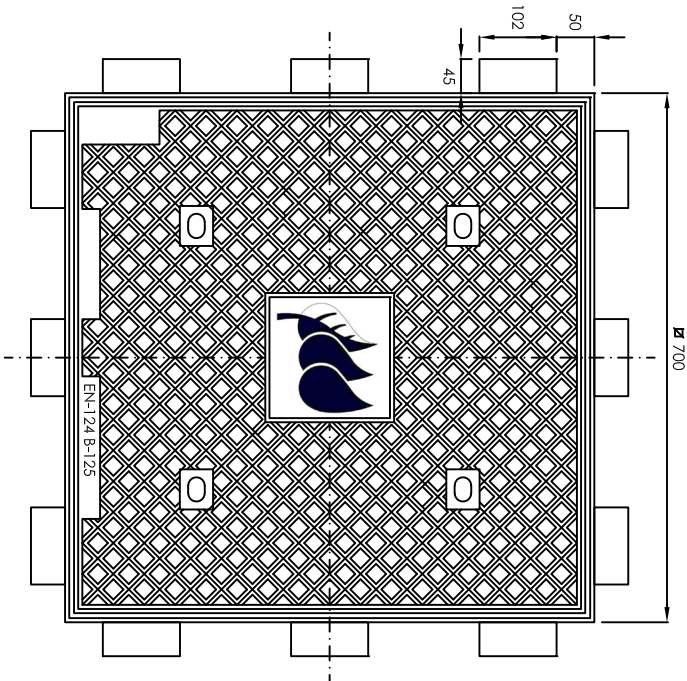
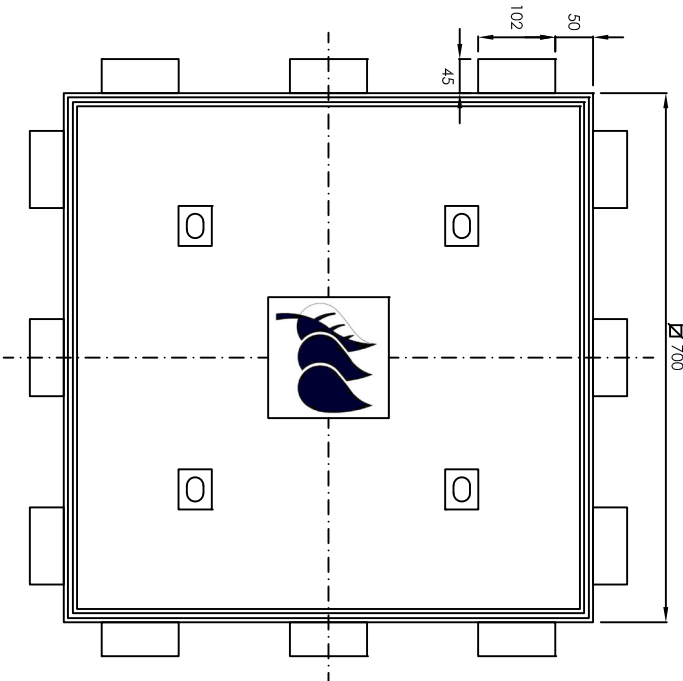
DETALLE MARCO M3 Y TAPA T3  
(Dimensiones en mm.)



DETALLE JUNTA EN EL MARCO



NOTA 1 : DISPOSITIVO DE ASEGURAMIENTO TAPA MARCO SERA MEDIANTE TORNILLO ACERO INOXIDABLE DE M. 14x47 DE CARA HEXAGONAL.

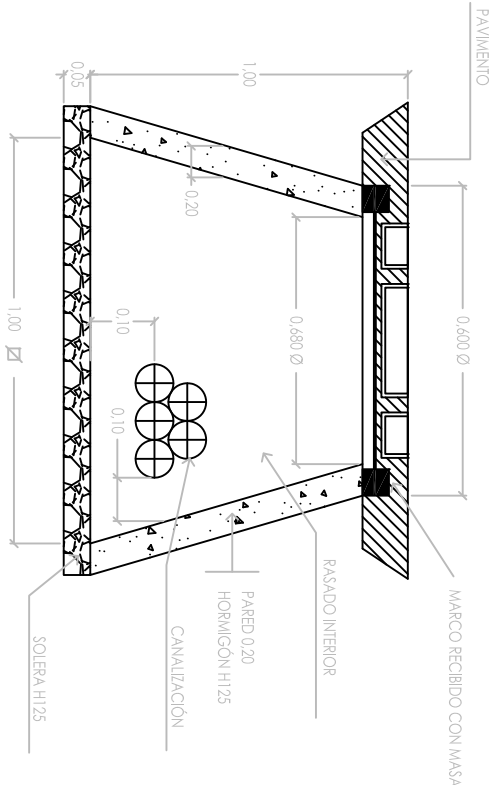


TOLERANCIA EN TODAS LAS COTAS CON ± 3mm.



PUNTAS SALENTES DE FORMA SEMIESFERICA DE 2mm DE RADIO Y 6mm ENTRE CENTROS

TOLERANCIA EN TODAS LAS COTAS CON ± 3mm.



ARQUETAS REGISTRABLES "IN SITU" (TIPO AG)

TÍTULO:

PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN  
INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA"  
GUJUELO (SALAMANCA)

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
C/ ZAMORA. GUJUELO (SALAMANCA)

TITULAR:  
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

PLANO:  
DETALLE ARQUETAS

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2.021

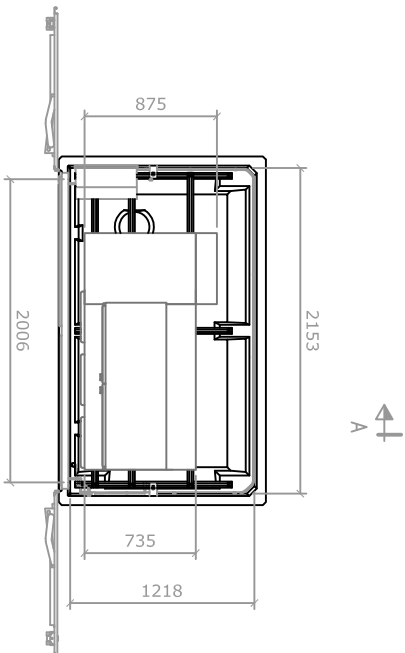
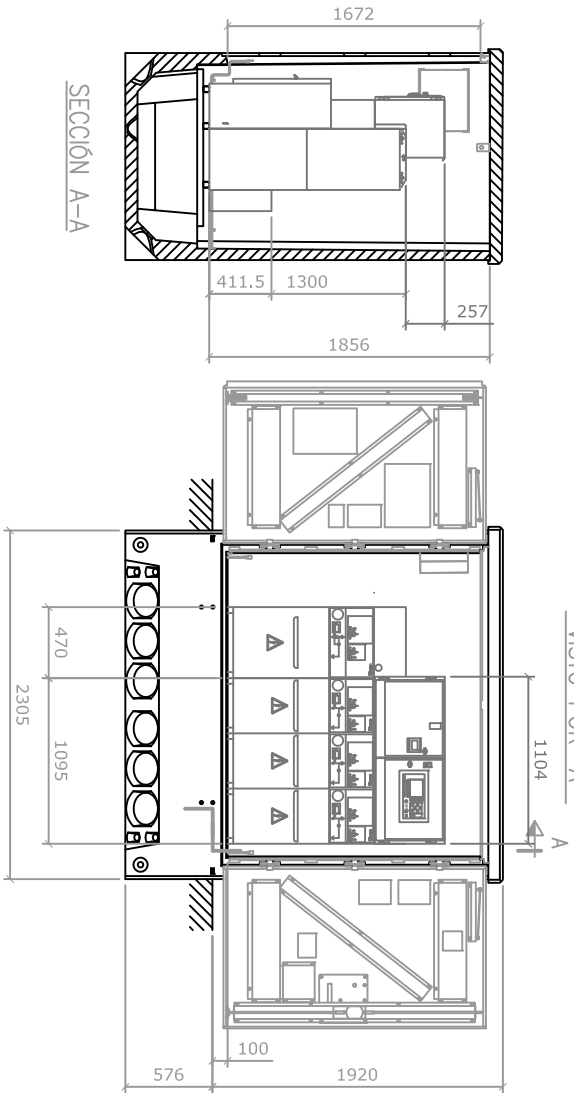
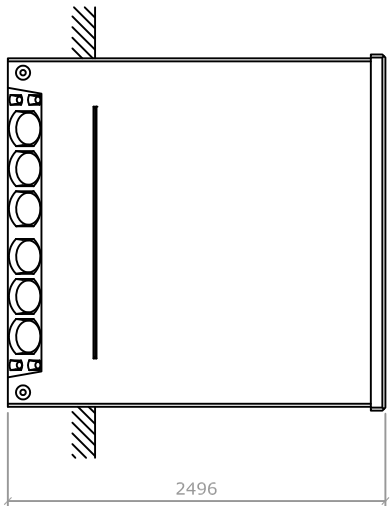
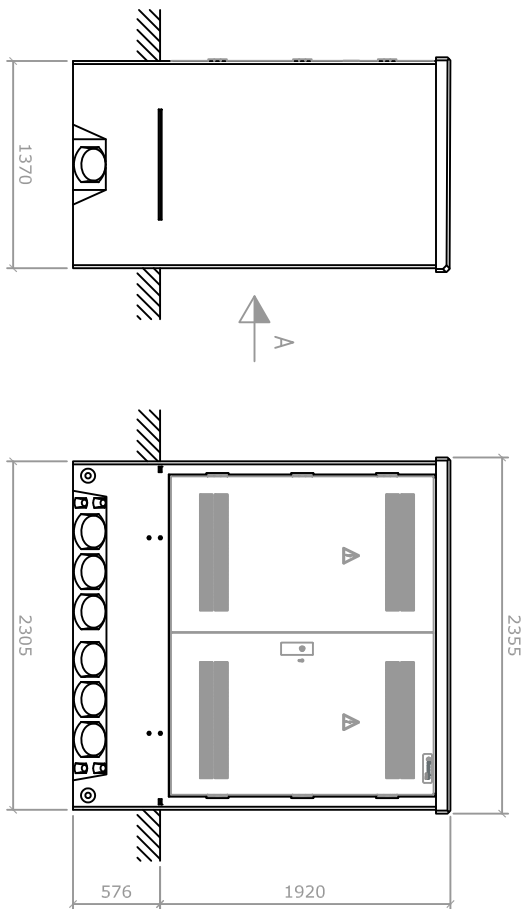
ESCALA:  
S/E

Nº:  
04

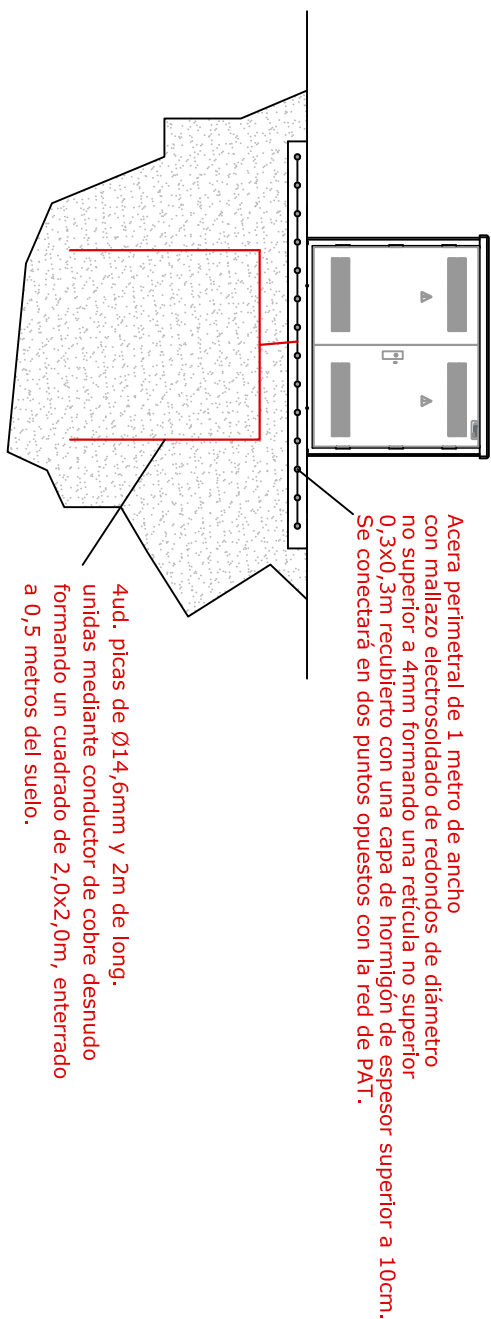
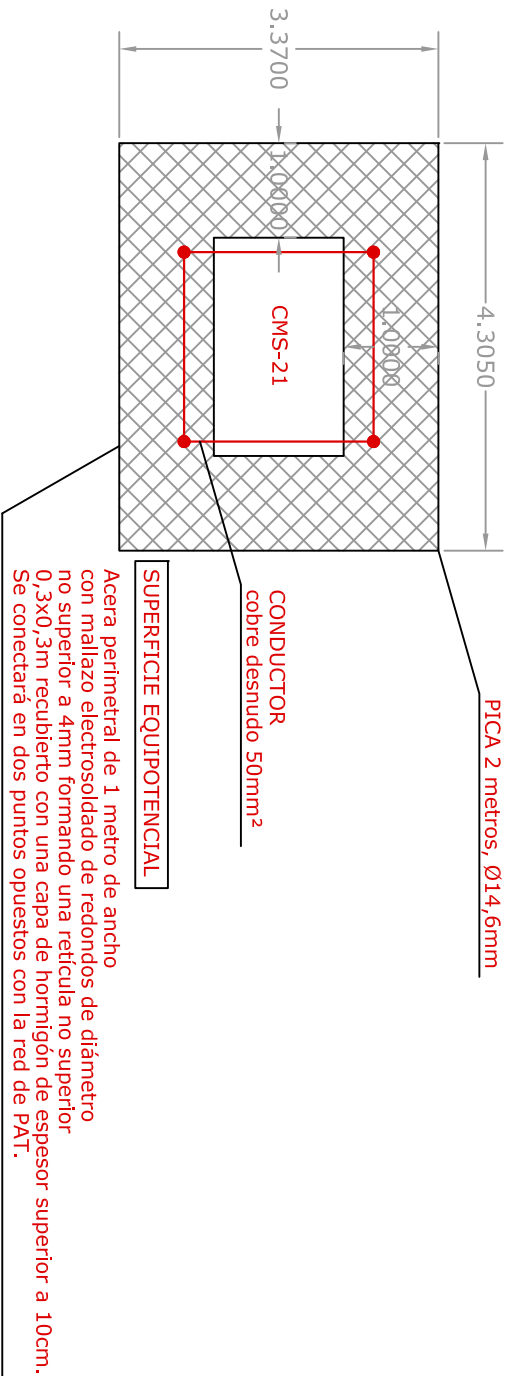
ESTUDIO DE INGENIERÍA TORMES  
C/ MARIA AUXILIADORA, 44 - 1º Izda. 37.004 SALAMANCA  
923 21 95 16 oscar@elttingenieros.es



OSCAR GONZALEZ SANCHEZ  
COLEGADO 1830 COGITISA



Código de configuración "UNESA" Red PAT  
20-20/5/42  
4ud. plicas de Ø14,6mm y 2m de long.  
unidas mediante conductor de cobre desnudo  
de 50mm² formando un cuadrado de 2,0x2,0m  
enterrado a 0,5 metros del suelo.



TÍTULO:  
PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN  
INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA"  
GUJUELO (SALAMANCA)

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
C/ ZAMORA. GUJUELO (SALAMANCA)

TITULAR:  
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

PLANO:  
DETALLE CENTRO DE SECCIONAMIENTO

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2.021

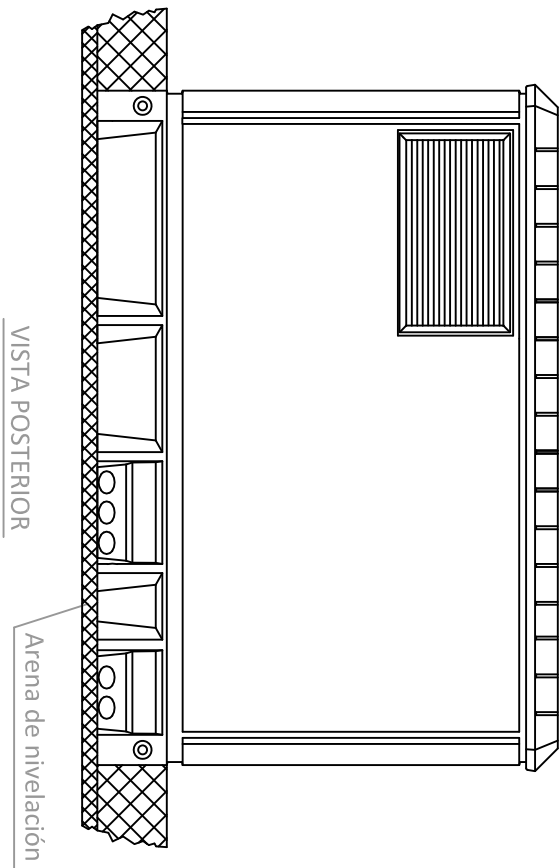
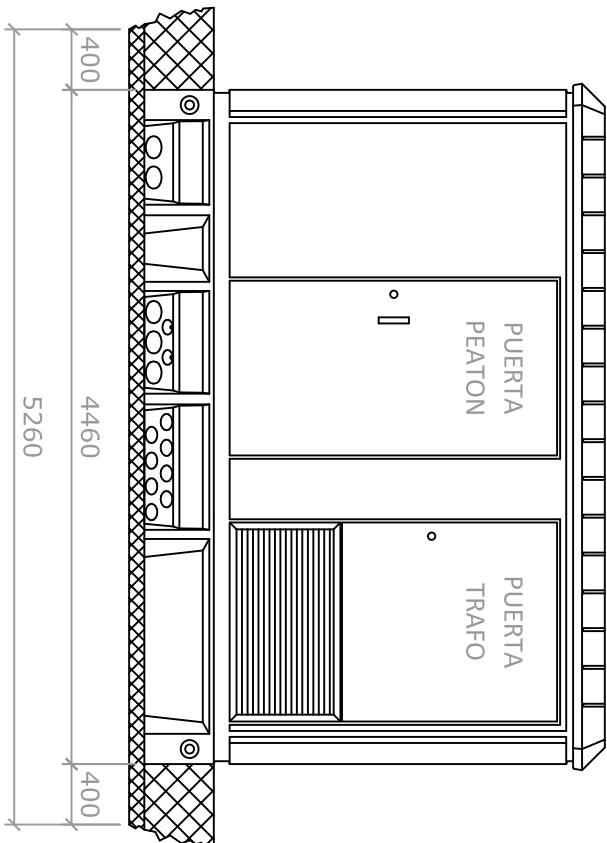
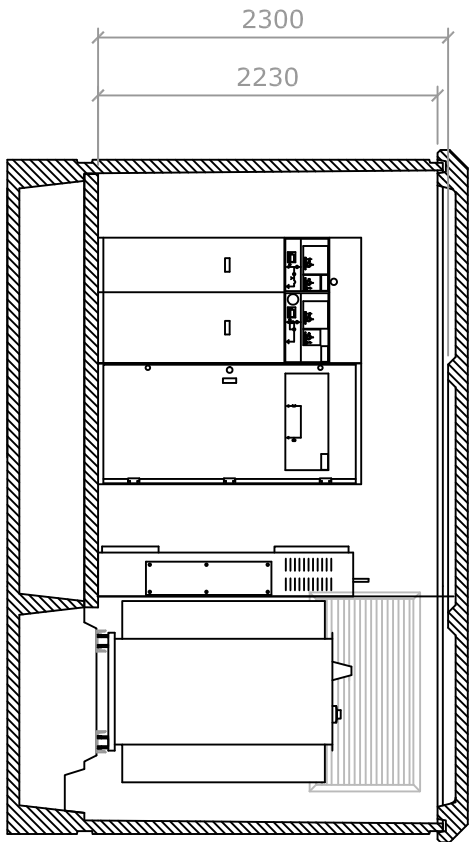
ESCALA:  
S/E

Nº:  
05



ESTUDIO DE INGENIERÍA TORMES  
C/ MARIA AUXILIADORA, 44 - 1ªzda. 37.004 SALAMANCA  
923 21 95 16 oscar@elttgingenieros.es

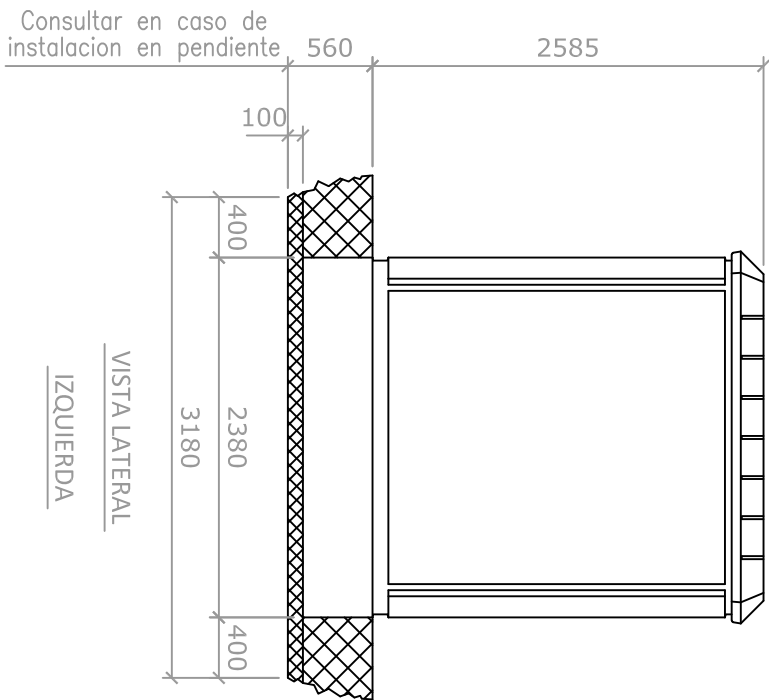
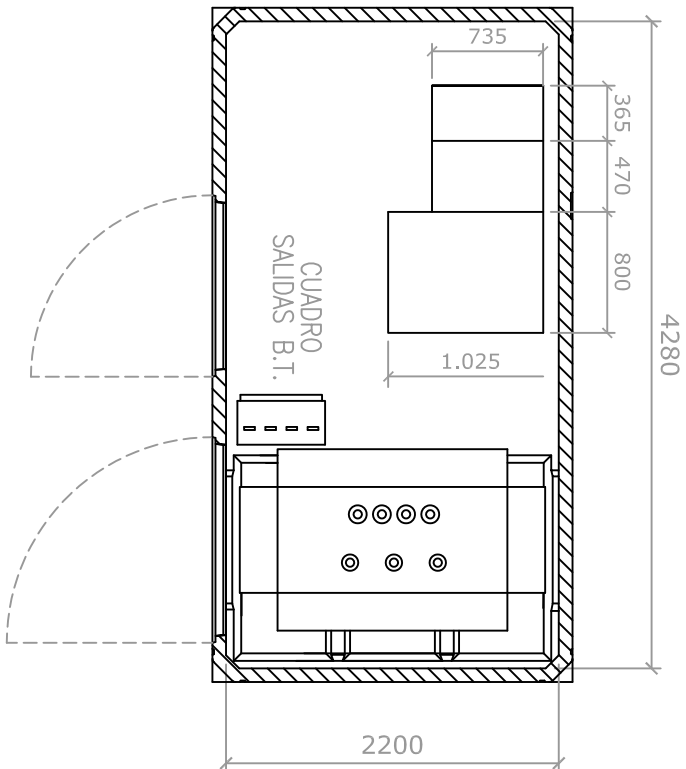
OSCAR GONZALEZ SANCHEZ  
COLEGIADO 1830 COGITSA



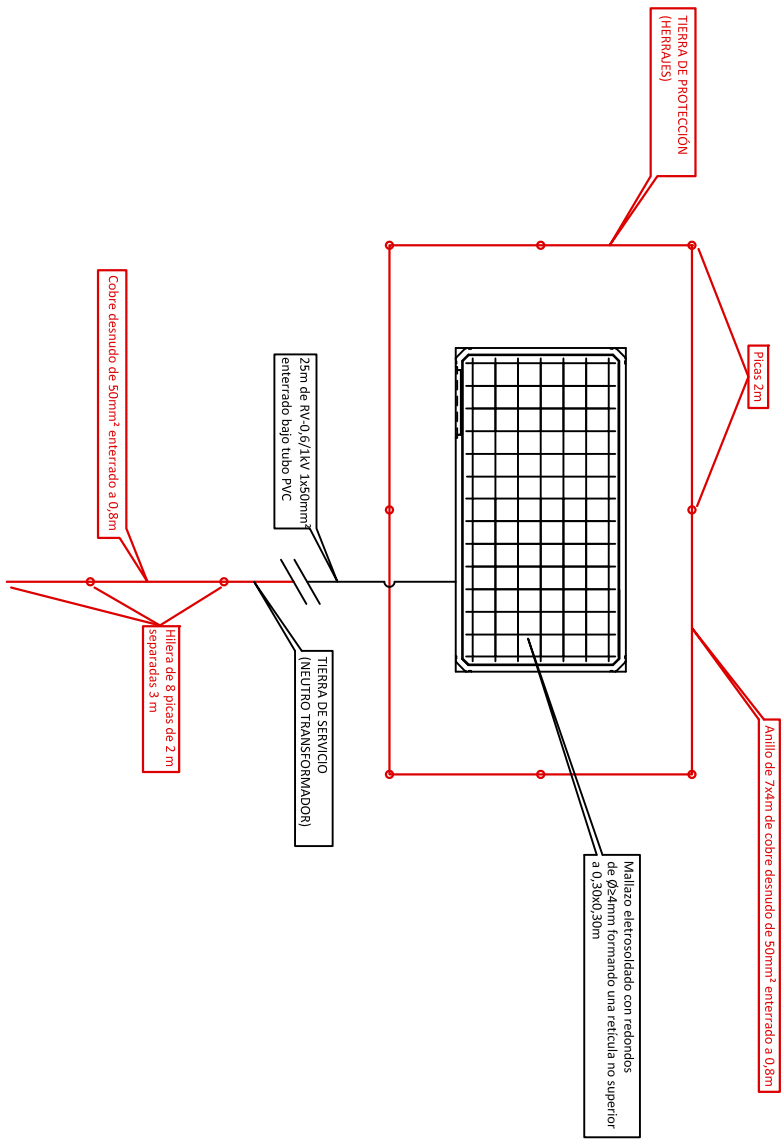
VISTA FRONTAL

VISTA POSTERIOR

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



VISTA LATERAL  
IZQUIERDA



TÍTULO:

PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN  
INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA"  
GUJUELO (SALAMANCA)

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
C/ ZAMORA. GUJUELO (SALAMANCA)

TITULAR:  
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

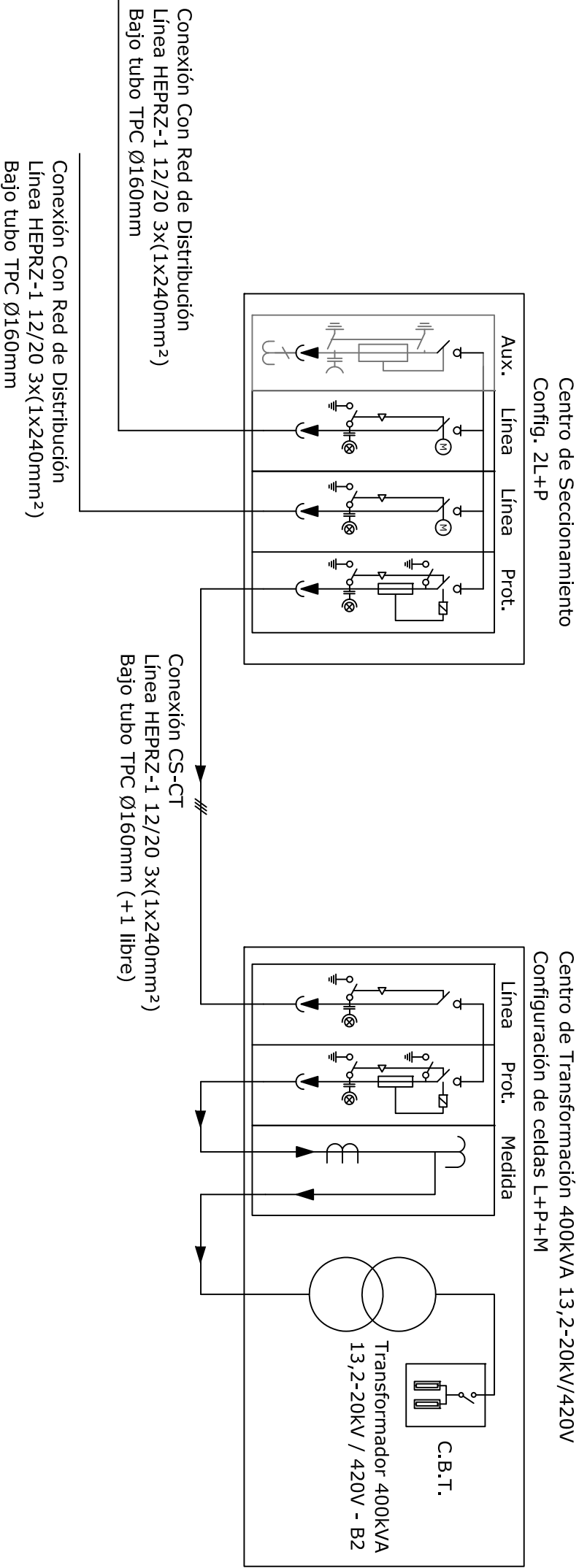
PLANO:  
DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2.021

ESCALA:  
S/E

Nº:  
06





TÍTULO:  
PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN  
INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA "IES VÍA DE LA PLATA"  
GUJUELO (SALAMANCA)

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
C/ ZAMORA. GUJUELO (SALAMANCA)

TITULAR:  
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2.021

PLANO:  
ESQUEMA UNIFILAR

ESCALA:  
S/E

Nº:  
07



ESTUDIO DE INGENIERÍA TORMES  
C/ MARIA AUXILIADORA, 44 - 1ª Izda. 37.004 SALAMANCA  
923 21 95 16 oscar@elt Ingenieros.es

OSCAR GONZALEZ SANCHEZ  
COLEGADO 1830 COGITSA