

**ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA
SUBTERRÁNEA DE M.T. 18/30 KV Y CENTRO DE
ENTREGA EN PG27, PARCELA 22, ABASTEC 2 EN
CALAÑAS (HUELVA).**

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

PETICIONARIOS:

ZARZAFRUIT, S.L.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:

FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ
FECHA: 04/06/2018
VISADO N°: 973 / 2018



Puedes verificar el visado en
<http://visado.coitihuelva.com/cprof/compruebaVisado.do?colegio=1&doc=JP2H0Y1>

ÍNDICE

1.- MEMORIA

2.- CÁLCULOS

3.- PRESUPUESTO

4.- PLANOS

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

MEMORIA

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ
FECHA: 04/06/2018
VISADO N°: 973 / 2018

ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T. 18/30 KV Y CENTRO DE ENTREGA EN PG27, PARCELA 22, ABASTEC 2 EN CALAÑAS (HUELVA).

MEMORIA DESCRIPTIVA

0. PETICIONARIO

ZARZAFRUIT, S.L.

C.I.F: B-12985313

Domicilio: C/ Manuel Vivanco, 12

Localidad: Almazora (Castellón). C.P.: 12550

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACION.

La finalidad del anexo es la modificación del centro de entrega, por un nuevo centro de entrega y transformación en el que se instalaran diferentes celdas, para poder dar corriente a un transformador de 630 KVA y a la vez este poder dar suministro eléctrico a la sala de bombeo proyectada en dicha finca. Dicha modificación se hace con respecto al "PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T. 18/30 KV Y CENTRO DE ENTREGA EN PG27, PARCELA 22, ABASTEC 2 EN CALAÑAS (HUELVA)", con nº de visado 1800422 de fecha 30/04/18, siendo el autor del proyecto D. Juan Andrés Reales Bravo, con nº de colegiado:1741 del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Andalucía.

2. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente anexo es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que el Centro de Transformación MT y Red Subterránea de M.T. , que nos ocupan reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

2.1 DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Las obras que se realizarán en dicha obra, para su posterior autorización son las de instalación de Centro Prefabricado Compartido de Seccionamiento y Transformación, compuesto por:

Centro de Seccionamiento:

- 3 Celdas de Línea

Centro de transformación:

- 1 Celdas de Remonte
- 1 Celdas de Protección Automática
- 1 Celdas de Medida

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
Página 1 de 12	
VISADO N°: 973 / 2018	

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

- 1 Celda de Línea
- 1 Celdas de Protección con Fusibles
- 1 Transformador de 630 KVA

3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus ITC.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
Página 2 de 12	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

4. PROCEDENCIA DE LA ENERGIA

La energía se suministrará desde una línea subterránea de M.T. 15/20 KV. existente propiedad de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.

5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL C.T.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será prefabricado de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica.

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora de Electricidad Endesa Distribución Eléctrica.

Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF₆).

6. CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO CON UN TRAFIO DE 630 KVA

6.1. EMPLAZAMIENTO.

Las instalaciones de ZARZAFRUIT, S.L. se sitúan en PG 27, Parcela 22 Abastec 2, de Calañas (Huelva).

6.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL C.T.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo prefabricado de Hormigón, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 60298.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Endesa Distribución Eléctrica, S.L..

CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACION PREFABRICADO TIPO EHC6-T1S-PF DE SCHNEIDER COMPUESTO DE:

ZONA DE SECCIONAMIENTO:

- 3 CELDAS DE LINEA.

ZONA DE TRANSFORMACIÓN:

- CELDA DE REMONTE.
- CELDA DE PROTECCIÓN AUTOMÁTICA.
- CELDA DE MEDIDA.
- CELDA DE LÍNEA.
- CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES.

1 UD. DE TRANSFORMADOR DE 630 KVA. (MARCA IMEFY).

1 UD. DE CUADRO DE BAJA TENSION DE 4 SALIDAS DE 400 AMP. CADA



1 UD. DE INTERCONEXIONADO ENTRE CELDA DE PROTECCION DE TRANSFORMADOR Y TRAFIO REALIZADO CON CABLE SECO 12/20 KV. 1X150 MM2 AL.

1 UD. DE INTERCONEXION CUADRO DE B.T - TRANSFORMADOR CON CABLES 0,6/1 KV. DE 1X240 MM2. AL.

1 UD. DE ALUMBRADO INTERIOR CON UN PTO. DE LUZ Y LAMPARA DE EMERGENCIA DE 90 LUMENES.

1 UD. DE SISTEMA DE TOMAS DE TIERRA TIPO ELECTRODO DE DIFUSION PARA CIRCUITO EQUIPOTENCIAL

1 UD. DE SISTEMA DE TOMAS DE TIERRA TIPO ELECTRODO DE DIFUSION PARA CIRCUITO DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR

1 UD. DE SISTEMA DE TOMAS DE TIERRA TIPO ELECTRODO DE DIFUSION PARA HERRAJES.

1 UD. DE EQUIPOS AUXILIARES COMPUESTO DE: BANQUETA AISLANTE, GUANTES DE MANIOBRA, PERTIGA DE COMPROBACION, PLACA DE PRIMEROS AUXILIOS, PLACAS DE PELIGRO Y PLACA DE LAS 5 REGLAS DE ORO.

1 UD. DE ACERADO PERIMETRAL DE HORMIGON H-200

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE 630 KVA:

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 630 kVA.
- Tensión nominal primaria: 15.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:

- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV.
- Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada)(HD 472:1989)
- UNE 21428 (96)(HD 428.1 S1)

CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS:

CELDA FUNCIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO (SM6 DM1S PFHS 24kV 400A 16Ka)

Celda función interruptor automático de la gama SM6 de Schneider Electric, 24kV 400A 16kA con interruptor automático y seccionador en SF6 con mando RI manual con bobina autoalimentada Mitop, 3 captadores CSA de intensidad rango hasta 200A, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar, acometida inferior por cables 3 x 240 mm2 e indicadores testigo presencia de tensión. Equipada con relé alimentación dual (autoalimentado /Vcc/Vca) VIP410 de detección de fase y homopolar sensible.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
Página 4 de 12	
VISADO N°: 973 / 2018	

CELDA DE MEDIDA (SM6 GBC-2C VACIA 16kA 400A)

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo SGBC2C3316, de dimensiones:

- 750 mm de anchura
- 1.038 mm. de profundidad
- 1.600 mm. de altura

Peso: 200 kg (sin TT ni TI).

Equipo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco unipolar.

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS. (SM6 INT-SEC 200A FUS/C+IT+PAT+BDIS)

Celda Schneider Electric de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo SQM16, de dimensiones:

- 375 mm de anchura
- 940 mm. de profundidad
- 1.600 mm. de altura

Peso: 130 kg.

Equipo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador enSF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Preparada para 3 fusibles combinados, normas DIN.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Bobina de disparo y contactos auxiliares.

CELDA DE LINEA. (SM6 INT-SEC+IT+PAT 400A)

Celda SCHNEIDER ELECTRIC de interruptor-seccionador gama SM6, modelo SIM16, de , de dimensiones:

- 375 mm. de anchura
- 940 mm. de profundidad
- 1.600 mm. de altura

Peso: 120 kg

Equipo BASE:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
Página 5 de 12	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

CELDA DE REMONTE.

Celda Schneider Electric de remonte de cables gama SM6, modelo GAME, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 870 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparada para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Embarrado de puesta a tierra

6.3. OBRA CIVIL.

6.3.1. LOCAL.

El Centro estará ubicado en una caseta o envolvente independiente destinada únicamente a esta finalidad. En ella se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos.

Para el diseño de este centro de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

6.3.2. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN.

El edificio prefabricado de hormigón está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanquidad queda garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/cm^2 . La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

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

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión

6.3.3. CIMENTACIÓN.

Para la ubicación del centro de transformación prefabricado se realizará una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm. de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm^2 , de tal manera que los edificios o instalaciones anejas al CT y situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ
FECHA: 04/06/2018 Página 6 de 12
VISADO N°: 973 / 2018

6.3.4. SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES.

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT, BT y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

Los CT tendrán un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas.

6.3.5. CUBIERTA.

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

6.3.6. PINTURAS.

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

6.3.7. VARIOS.

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m².
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m² (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m².

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
Página 7 de 12	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

6.4. INSTALACION ELECTRICA.

6.4.1. RED ALIMENTACION.

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, nivel de aislamiento según lista 2 (MIE-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

6.4.2. APARAMENTA A.T.

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y 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.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan 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 su incidencia sobre las personas, cables o aparamenta del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 125 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
Página 8 de 12	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

20 kV < Un kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

El transformador es trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural en aceite. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del trafo.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de $10(D+d)$, siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

6.4.3. APARAMENTA B.T.

El cuadro de baja tensión tipo UNESA posee en su zona superior un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar que evita la entrada de agua al interior. Dentro de este compartimento existen 4 pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. Más abajo existe un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida (4). Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Cuando son necesarias más de 4 salidas en B.T. se permite ampliar el cuadro reseñado mediante módulos de las mismas características, pero sin compartimento superior de acometida.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 240 mm².

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

6.5. MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA.

En centros de transformación tipo "abonado" la medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida. En centros de distribución pública no se efectúa medida de energía en media tensión.

6.6. PUESTA A TIERRA.

6.6.1. TIERRA DE PROTECCION.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.



Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

6.6.2. TIERRA DE SERVICIO.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

6.7. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

6.7.1. ALUMBRADO.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

6.7.2. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos M0 según Norma UNE 23727.

Se dispondrá un cortafuegos en el foso de recogida de aceite, constituido por un cerco o marco metálico que sujeta un enrejado que garantice la contención de los guijarros que hacen la función de cortafuegos en caso de derrame de aceite del transformador. Este sistema irá apoyado sobre salientes constituidos por perfiles metálicos anclados en la bancada, bajo el transformador.

6.7.3. VENTILACION.

Para la evacuación del calor generado en el interior del CT, deberá posibilitarse una circulación de aire.

Quando se prevean transmisiones de calor en ambos sentidos de las paredes y/o techos que puedan perjudicar a los locales colindantes o al propio CT, deberán aislarse térmicamente estos cerramientos.



Las rejas de ventilación deberán situarse en fachada, vía pública o patios interiores de manzana. Se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La ventilación podrá ser natural o, bajo convenio, forzada:

- Ventilación natural: Para la renovación del aire en el interior del CT, se establecerán huecos de ventilación que permitan la admisión de aire frío del exterior, situándose éstos en la parte inferior próxima a transformadores. La evacuación del aire caliente (en virtud de su menor densidad) se efectuará mediante salidas situadas en la parte superior de los CT.
- Ventilación forzada: Se adoptará cuando, por características de ubicación del CT, sea imposible la ventilación natural. Los conductos de ventilación forzada deberán ser totalmente independientes de otros conductos de ventilación del edificio. Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalarán de forma que un normal funcionamiento de la ventilación no pueda producir molestias a vecinos o viandantes, cumpliendo lo que al respecto fijan las Ordenanzas Municipales. Se respetarán las condiciones acústicas impuestas.

6.7.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, 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 tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
Página 11 de 12	
VISADO N°: 973 / 2018	

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa porta-documentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislante y pértiga.

7. PLANOS.

En el documento correspondiente de este proyecto, se adjuntan cuantos planos se han estimado necesarios con los detalles suficientes de las instalaciones que se han proyectado, con claridad y objetividad.

8. CONCLUSION

Expuesto el objeto y la utilidad del presente proyecto, esperamos que el mismo merezca la aprobación de la Administración y el Ayuntamiento, dándonos las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

HUELVA, MAYO DE 2018
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
Página 12 de 12 FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

CÁLCULOS

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ
FECHA: 04/06/2018
VISADO N°: 973 / 2018

ANEXO DE CALCULOS

Centro Prefabricado Compartido de Seccionamiento y Transformación

Centro de Transformación

ÍNDICE

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.
2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.
3. CORTOCIRCUITOS.
 - 3.1. Observaciones.
 - 3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.
 - 3.3. Cortocircuito en el lado de alta tensión.
 - 3.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión.
4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.
 - 4.1. Comprobación por densidad de corriente.
 - 4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.
 - 4.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.
5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.
6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.
8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
 - 8.1. Investigación de las características del suelo.
 - 8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.
 - 8.3. Diseño de la instalación de tierra.
 - 8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
 - 8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.
 - 8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.
 - 8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
 - 8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.
 - 8.9. Corrección del diseño inicial.

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
Página 1 de 16	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
 U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
 I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
trafo 1	630	13.2	27.56

2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario I_s viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s) ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
 U_s = Tensión compuesta secundaria en V.
 I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	I_s (A)
trafo 1	630	400	909.35

3. CORTOCIRCUITOS.

3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \quad \text{siendo:}$$

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
 U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
 I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
 $U_{cc} (\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.
 U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.
 I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

S_{cc} (MVA)	U_p (kV)	I_{ccp} (kA)
350	13.2	15.31

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
Página 2 de 16	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
trafo 1	630	400	4	22.73

4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 400 A.

Límite térmico, 1 s. : 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico : 40 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\text{máx}} \geq (I_{\text{ccp}}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ siendo:}$$

$\sigma_{\text{máx}}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

4.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{\text{th}} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}, \text{ siendo:}$$

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{\text{th}} \geq 16 \text{ kA durante 1 s.}$$

5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección general en AT.

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

Protección general en AT.

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo estos los que efectúan la protección ante cortocircuitos.

Son limitadores de corriente produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia total:

Potencia total transformadores (kVA)	In fusibles (A)
630	63

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / (0,24 \cdot k \cdot \sqrt{(h \cdot \Delta T^3)}), \quad \text{siendo:}$$

W_{cu} = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

S_r = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 Ωm .

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

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.
 - Duración de la falta.
- Desconexión inicial:
Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

8.3. Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 13200 \text{ V}$.
- Puesta a tierra del neutro:
 - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{bt} = 10000 \text{ V}$.
- Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωxm): 150.
 - ρ_H hormigón (Ωxm): 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_E), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho \ (\Omega)$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{d\text{máx}} \ (\text{A})$$

- Aumento del potencial de tierra, U_E :

$$U_E = R_t \cdot I_d \ (\text{V})$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-25/5/00.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 7x2.5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 0.
- Longitud de las picas (m): 0.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r \ (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.108$.
- De la tensión de paso, $K_p \ (\text{V}/((\Omega\text{xm})\text{A})) = 0.0214$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c \ (\text{V}/((\Omega\text{xm})\text{A})) = 0.0645$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.108 \cdot 150 = 16.2 \ \Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \ \text{A}.$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 16.2 \cdot 300 = 4860 \ \text{V}.$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
Página 6 de 16	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

· De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{\text{NEUTRO}}^t = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega.$$

8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0214 \cdot 150 \cdot 300 = 963 \text{ V}.$$

8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_p(\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0645 \cdot 150 \cdot 300 = 2902.5 \text{ V}.$$

8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) \text{ V}.$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H) / 1000) \text{ V}.$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s}.$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_p(\text{acc})$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωm .

ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωm .

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
Página 7 de 16	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.
 t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
 t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.
 Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V.}$$

$$U_p (\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000) / 1000) = 23871.4 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0 + 0,106)] = 1$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 9746.8 \text{ V.}$	\leq	$U_p = 9746.8 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p (\text{acc}) = 23871.4 \text{ V.}$	\leq	$U_p (\text{acc}) = 23871.4 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 4860 \text{ V.}$	\leq	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn-p \geq (\rho \cdot I_d) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$.

I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.9. Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

Centro Seccionamiento

ÍNDICE

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.
2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.
3. CORTOCIRCUITOS.
 - 3.1. Observaciones.
 - 3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.
 - 3.3. Cortocircuito en el lado de alta tensión.
 - 3.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión.
4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.
 - 4.1. Comprobación por densidad de corriente.
 - 4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.
 - 4.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.
5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.
6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.
8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
 - 8.1. Investigación de las características del suelo.
 - 8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.
 - 8.3. Diseño de la instalación de tierra.
 - 8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
 - 8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.
 - 8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.
 - 8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
 - 8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.
 - 8.9. Corrección del diseño inicial.

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
Página 9 de 16	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
 U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
 I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
---------------	----------------	------------	-----------

2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario I_s viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s) ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
 U_s = Tensión compuesta secundaria en V.
 I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	I_s (A)
---------------	----------------	-----------	-----------

3. CORTOCIRCUITOS.

3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \quad \text{siendo:}$$

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
 U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
 I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
 $U_{cc} (\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.
 U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.
 I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Sc _c (MVA)	U _p (kV)	I _{ccp} (kA)
350	13.2	15.31

3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	U _s (V)	U _{cc} (%)	I _{ccs} (kA)
---------------	-------------------	-----------------------	------------------------	--------------------------

4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 400 A.

Límite térmico, 1 s. : 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico : 40 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\text{máx}} \geq (I_{\text{ccp}}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ siendo:}$$

$\sigma_{\text{máx}}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

4.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{\text{th}} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}, \text{ siendo:}$$

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{\text{th}} \geq 16 \text{ kA durante 1 s.}$$

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
Página 11 de 16	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / (0,24 \cdot k \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}), \quad \text{siendo:}$$

W_{cu} = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

S_r = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

No es necesario dimensionar pozo apagafuegos por tratarse de un centro de seccionamiento o paso solamente.

8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 Ωxm.

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

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
Página 12 de 16	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.
 - Duración de la falta.
- Desconexión inicial:
Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

8.3. Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm^2 de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 13200 \text{ V}$.
- Puesta a tierra del neutro:
 - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{bt} = 10000 \text{ V}$.
- Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωm): 150.
 - ρ_H hormigón (Ωm): 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_E), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho \ (\Omega)$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{dm\acute{a}x} \ (A)$$

- Aumento del potencial de tierra, U_E :

$$U_E = R_t \cdot I_d \ (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 40-25/5/00.
- Geometría: Anillo.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
Página 13 de 16	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

- Dimensiones (m): 4x2.5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 0.
- Longitud de las picas (m): 0.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.146$.
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0.0309$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0.0924$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.146 \cdot 150 = 21.9 \Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 21.9 \cdot 300 = 6570 \text{ V.}$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega.$$

8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0309 \cdot 150 \cdot 300 = 1390.5 \text{ V.}$$

8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_p(\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0924 \cdot 150 \cdot 300 = 4158 \text{ V.}$$

8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) \quad \text{V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H) / 1000) \quad \text{V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \quad \text{s.}$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_p(\text{acc})$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωm .

ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωm .

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000) / 1000) = 23871.4 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0 + 0,106)] = 1$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 1390.5 \text{ V.}$	\leq	$U_p = 9746.8 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p(\text{acc}) = 4158 \text{ V.}$	\leq	$U_p(\text{acc}) = 23871.4 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 6570 \text{ V.}$	\leq	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (D_{n-p}), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n-p} \geq (\rho \cdot I_d) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.9. Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

HUELVA, MAYO DE 2018
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA	Página 10 de 16
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	

PRESUPUESTO

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ
FECHA: 04/06/2018
VISADO N°: 973 / 2018

PRESUPUESTO DE ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T. 18/30 KV Y CENTRO DE ENTREGA EN PG27, PARCELA 22, ABASTEC 2 EN CALAÑAS (HUELVA).

CAPITULO I : MODIFICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CANT.	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	UD. DE MODIFICACION DEL MODELO DEL C.T DE EHC5 A C.T. EHC-61T, INCLUIDO EXCAVACION, BASE DE HORMIGON Y ACERADO PERIMETRAL.	3.378,00	3.378,00
1	UD. DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA 630 KVA./ B2 SEGUN NORMA EN BAÑO DE ACEITE.	7.800,00	7.800,00
1	UD. DE CELDA DE PROTECCION DE TRANSFORMADOR DE TRANSFORMADOR CON INTERRUPTOR FUSIBLES CONBINADOS.	2.816,62	2.816,62
1	UD. DE RED DE TIERRA DE NEUTRO DEL TRANSFORMADOR, COMPUESTA DE TRES PICAS DE 2 MTS. DE LONGITUD Y CABLE DE COBRE AISLADO DE 50MM2. DE SECCION, INCLUIDO APERTURA Y CIERRE DE ZANJA.	450,00	450,00
1	UD. DE CONEXIONADO ENTRE CELDA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR Y BORNAS DEL TRAF0 REALIZADO CON CABLE SECO RHZ5 3(1X150) MM2 DE SECCION EN AL. Y 6 BOTELLAS TERMINALES DE INTERIOR.	1.193,70	1.193,70
TOTAL CAPITULO I			15.638,32

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ
FECHA: 04/06/2018
VISADO N°: 973 / 2018

PRESUPUESTO DE ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T. 18/30 KV Y CENTRO DE ENTREGA EN PG27, PARCELA 22, ABASTEC 2 EN CALAÑAS (HUELVA).

RESUMEN

CAPITULO I : MODIFICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	15.638,32
TOTAL PRESUPUESTO	15.638,32

Asciende el presente presupuesto a la cantidad citada de: **QUINCE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y DOS CENTIMOS (15.638,32 €)**

HUELVA, MAYO DE 2018
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ

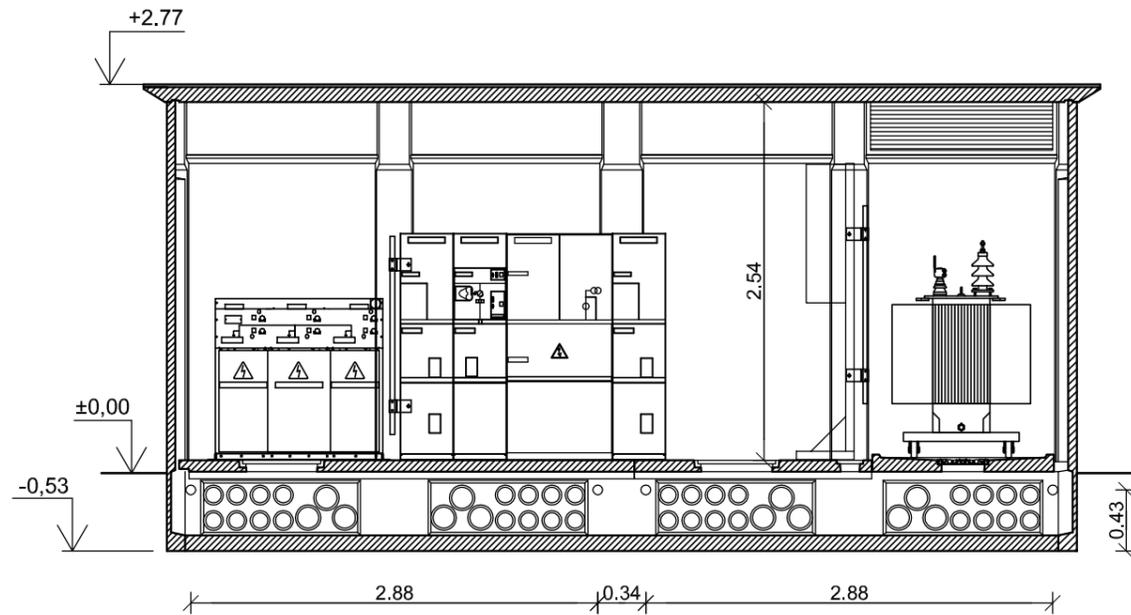
VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ
FECHA: 04/06/2018
VISADO N°: 973 / 2018

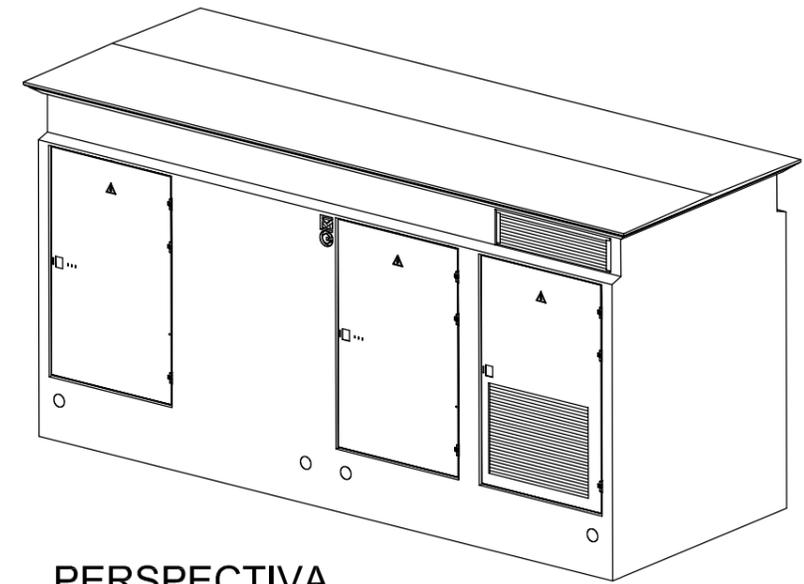
PLANOS

VISADO COITI HUELVA
973 / 2018

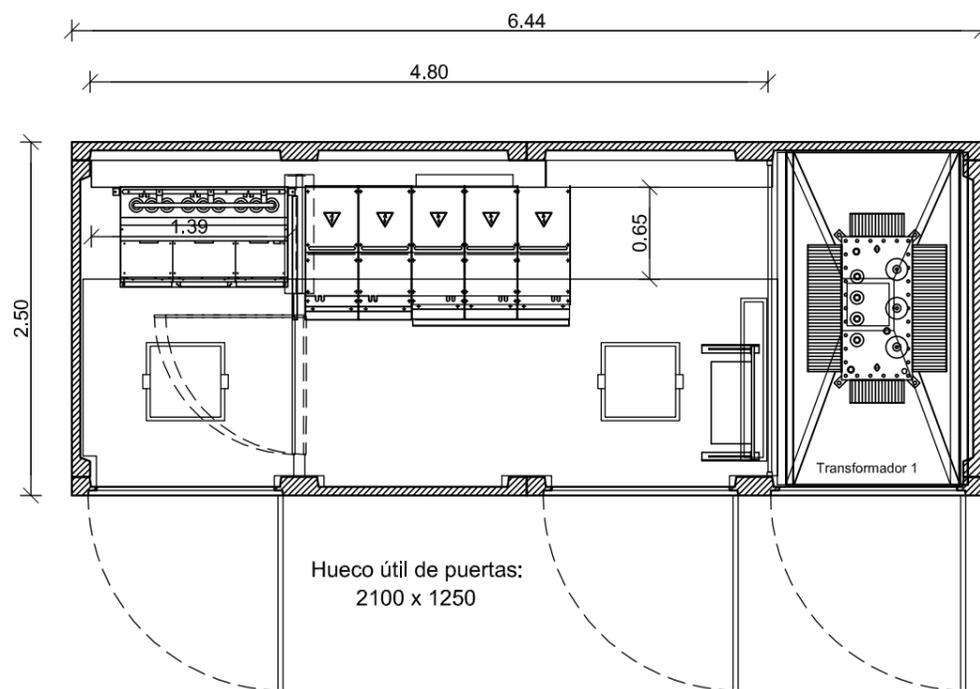
	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO N°: 973 / 2018	



SECCIÓN LONGITUDINAL



PERSPECTIVA



PLANTA

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA
	VISADO PROFESIONAL Colegiado N°: 668 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ FECHA: 04/06/2018 VISADO N°: 973 / 2018

VISADO COITI HUELVA

973 / 2018

ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA SUBTERRÁNEA DE M.T.
18/30 KV Y CENTRO DE ENTREGA EN PG27 - PARCELA, 22 ABASTEC 2
CALAÑAS (HUELVA) .

01 PLANTA, SECCIÓN y PERSPECTIVA

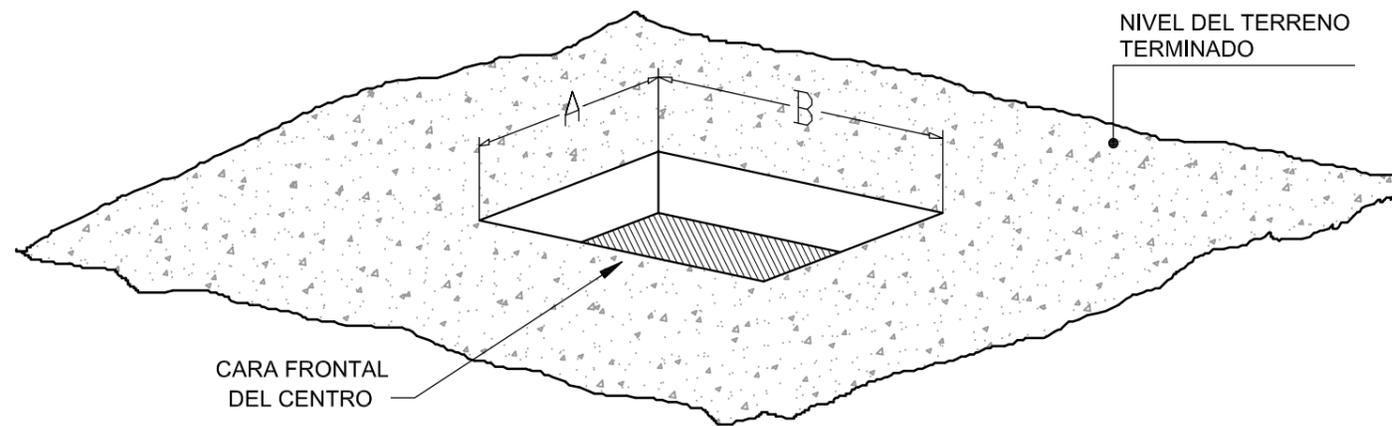
1/50

ING. TEC. INDUSTRIAL: FCO. TOMAS CALDERAY GONZÁLEZ

COLEGIADO 668

MAYO -2.018

PETICIONARIO: ZARZA FRUIT, S.L.



VISTA DE LA EXCAVACIÓN



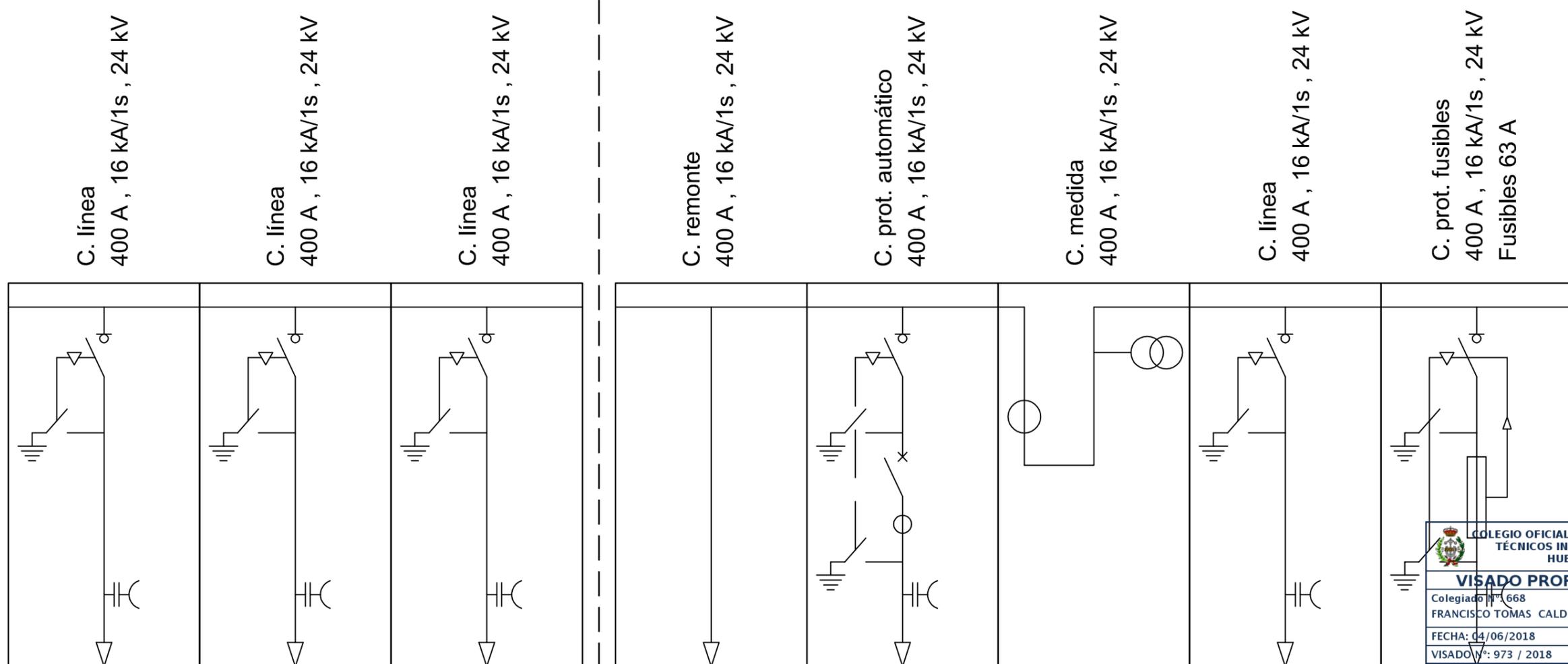
SECCIÓN DEL FOSO

DIMENSIONES MÍNIMAS DE EXCAVACIÓN

TIPO PREFABRICADO	DIMENSIONES (EN METROS)	
	A	B
EHC-1	3.50	2.10
EHC-2	3.50	4.00
EHC-3	3.50	4.50
EHC-4	3.50	5.50
EHC-5	3.50	6.00
EHC-6	3.50	7.00
EHC-7	3.50	7.50
EHC-8	3.50	8.00


**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES
HUELVA**
VISADO PROFESIONAL
 Colegiado N°: 668
 FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ
 FECHA: 04/06/2018
 VISADO N°: 973 / 2018

ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA SUBTERRÁNEA DE M.T.
18/30 KV Y CENTRO DE ENTREGA EN PG27 - PARCELA, 22 ABASTEC 2
CALAÑAS (HUELVA) .



C. línea
400 A, 16 kA/1s, 24 kV

C. línea
400 A, 16 kA/1s, 24 kV

C. línea
400 A, 16 kA/1s, 24 kV

C. remonte
400 A, 16 kA/1s, 24 kV

C. prot. automático
400 A, 16 kA/1s, 24 kV

C. medida
400 A, 16 kA/1s, 24 kV

C. línea
400 A, 16 kA/1s, 24 kV

C. prot. fusibles
400 A, 16 kA/1s, 24 kV
Fusibles 63 A

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES HUELVA	
VISADO PROFESIONAL	
Colegiado nº 668	
FRANCISCO TOMAS CALDERAY GONZALEZ	
FECHA: 04/06/2018	
VISADO Nº: 973 / 2018	

ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA SUBTERRÁNEA DE M.T.
18/30 KV Y CENTRO DE ENTREGA EN PG27 - PARCELA, 22 ABASTEC 2
CALAÑAS (HUELVA) .

03	ESQUEMA UNIFILAR	S/E
ING. TEC. INDUSTRIAL: FCO. TOMAS CALDERAY GONZÁLEZ		COLEGIADO 668
PETICIONARIO: ZARZA FRUIT, S.L.		MAYO - 2.018

VISADO COITI HUELVA

973 / 2018