



# COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE EXTREMADURA



## RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO

---

**COLEGIADO1**

**COLEGIADO2**

**COLEGIADO3**

**COLEGIO**

**COLEGIO**

**OTROS**

**OTROS**

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1974 de 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online coltex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YVWPMSXVB19





**PROYECTO LINEA DE MEDIA TENSIÓN  
SUBTERRÁNEA Y CT J. POZO  
EN OLIVA DE LA FRONTERA**

**PROMOTOR: Fuentes y Cía., S.L.**

**INGENIERO INDUSTRIAL:**

**Manuel Fernández Sánchez**

**Colegiado nº 443**

Fecha: enero de 2025.

**FS INGENIERÍA**

c/Eritas, 54 - 06380 Jerez de los Caballeros - BADAJOZ

Teléfono y fax: 924 730 056 Móvil: 609 463 283



## ÍNDICE

1.	MEMORIA.....	5
1.1.	Resumen de Características .....	5
1.1.1.	Titular.....	5
1.1.2.	Emplazamiento.....	5
1.1.3.	Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA .....	5
1.1.4.	Tipo de Transformador .....	5
1.1.5.	Volumen Total en Litros de Dieléctrico.....	5
1.1.6.	Presupuesto total.....	5
1.2.	Objeto del Proyecto .....	5
1.3.	Reglamentación y Disposiciones Oficiales.....	6
1.4.	Titular.....	8
1.5.	Emplazamiento .....	8
1.6.	Características Generales del Centro de Transformación .....	8
1.7.	Programa de necesidades y potencia instalada en kVA .....	8
1.8.	Descripción de la instalación .....	8
1.8.1.	Obra Civil.....	9
1.8.1.1.	Características de los Materiales .....	9
1.8.2.	Instalación Eléctrica.....	12
1.8.2.1.	Características de la Red de Alimentación .....	12
1.8.2.2.	Características de la Aparamenta de Media Tensión .....	13
1.8.2.3.	Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores.....	15
1.8.2.4.	Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión .....	18
1.8.3.	Medida de la energía eléctrica .....	19
1.8.4.	Unidades de protección, automatismo y control .....	19
1.8.5.	Puesta a tierra .....	19
1.8.5.1.	Tierra de protección.....	19
1.8.5.2.	Tierra de servicio .....	19
1.8.6.	Instalaciones secundarias .....	20
1.9.	Planificación.....	20
1.10.	Limitación de campos magnéticos .....	20
2.	CÁLCULOS CT .....	22
2.1.	Intensidad de Media Tensión .....	22
2.2.	Intensidad de Baja Tensión .....	22
2.3.	Cortocircuitos.....	22
2.3.1.	Observaciones.....	23
2.3.2.	Cálculo de las intensidades de cortocircuito .....	23
2.3.3.	Cortocircuito en el lado de Media Tensión .....	23
2.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	24
2.4.	Dimensionado del embarrado .....	24
2.4.1.	Comprobación por densidad de corriente .....	24
2.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	24
2.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica .....	24
2.5.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	25
2.6.	Dimensionado de los puentes de MT.....	26
2.7.	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	26
2.8.	Dimensionado del pozo apagafuegos .....	26
2.9.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra .....	27
2.9.1.	Investigación de las características del suelo .....	27
2.9.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto .....	27

2.9.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra .....	28
2.9.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra .....	28
2.9.5.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación .....	31
2.9.6.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación .....	32
2.9.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas .....	33
2.9.8.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior .....	34
2.9.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial .....	36
3.	CÁLCULOS LMT SUBTERRÁNEA .....	37
3.1.	Cálculo del Conductor .....	37
3.2.	Cálculo de la sección del conductor .....	38
3.3.	Comprobación de la pantalla electrostática .....	39
3.4.	Intensidades .....	39
3.5.	Caida de tensión .....	40
3.6.	Características generales del ramal de media tensión .....	41
3.7.	Cumplimentación al decreto 73/1.996. de 21 de mayo sobre las condiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones eléctricas en la comunidad de Extremadura para proteger el medio natural.....	42
3.8.	Características generales de los elementos de la línea de media tensión subterránea 42	
4.	PLIEGO DE CONDICIONES .....	44
4.1.	Calidad de los materiales .....	44
4.1.1.	Obra civil.....	44
4.1.2.	Aparamenta de Media Tensión .....	44
4.1.3.	Transformadores de potencia.....	45
4.1.4.	Equipos de medida .....	45
4.2.	Normas de ejecución de las instalaciones .....	46
4.3.	Pruebas reglamentarias .....	46
4.4.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....	46
4.5.	Certificados y documentación .....	47
4.6.	Libro de órdenes.....	48
5.	PRESUPUESTO .....	49
5.1.	Presupuesto Unitario .....	49
5.1.1.	Obra civil.....	49
5.1.2.	Equipo de MT .....	49
5.1.3.	Equipo de Potencia .....	50
5.1.4.	.....	51
5.1.5.	Equipo de Baja Tensión .....	51
5.1.6.	Sistema de Puesta a Tierra .....	51
5.1.7.	Varios.....	53
5.2.	Presupuesto total.....	55
6.	PLANOS .....	56
7.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD .....	57
7.1.	Objeto .....	57
7.2.	Características de la obra.....	57
7.2.1.	Descripción de la obra y situación .....	57
7.2.2.	Suministro de energía eléctrica .....	57
7.2.3.	Suministro de agua potable .....	57
7.2.4.	Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos .....	57
7.2.5.	Interferencias y servicios afectados .....	58
7.3.	Memoria .....	58
7.3.1.	Obra civil.....	58
7.3.1.1.	Movimiento de tierras y cimentaciones .....	58

7.3.1.2.	Estructura .....	59
7.3.1.3.	Cerramientos .....	60
7.3.1.4.	Albañilería .....	60
7.3.2.	Montaje .....	61
7.3.2.1.	Colocación de soportes y embarrados .....	61
7.3.2.2.	Montaje de Celdas Prefabricadas o aparamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T. ....	62
7.3.2.3.	Operaciones de puesta en tensión .....	62
7.4.	Aspectos generales .....	63
7.4.1.	Botiquín de obra .....	63
7.5.	Normativa aplicable .....	63
7.5.1.	Normas oficiales .....	63
8.	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	66



Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1974 de 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online coltex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YVVVPMISXVB19



## 1. MEMORIA

### 1.1. Resumen de Características

#### 1.1.1. Titular

El centro y la línea a realizar serán propiedad de Fuentes y Compañía S.L., distribuidora eléctrica de la localidad de Oliva de la Frontera, con CIF B06000418 y domicilio en C/ Pedro Vera núm. 1 de Oliva de la Frontera..

#### 1.1.2. Emplazamiento

Los terrenos que ocupa la línea son los terrenos denominados como paraje "El Prado" partiendo la línea desde un poste existente ubicado en el Polígono 44, Parcela 132, hasta la parcela contigua donde se ubica el CT, en el Polígono 44 Parcela 151 de Oliva de la Frontera y sus coordenadas geográficas son: <X: 682961,44 Y:4238881,56 Z:395 USO 29>.

#### 1.1.3. Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

- Potencia del Transformador 1: 100 kVA

#### 1.1.4. Tipo de Transformador

- Refrigeración del transformador 1: aceite

#### 1.1.5. Volumen Total en Litros de Dieléctrico

- Volumen de dieléctrico transformador 1: 400 l
- **Volumen Total de Dieléctrico:** 400 l

#### 1.1.6. Presupuesto total

- **Presupuesto Total:** 46.903,55 €

### 1.2. Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

### 1.3. Reglamentación y Disposiciones Oficiales

#### Normas Generales

- **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 instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- **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.
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
- **Real Decreto 1048/2013** de 27 de diciembre de Acometidas Eléctricas y demás actuaciones necesarias para atender el suministro eléctrico.
- **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.
- **Normas UNE / IEC**.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 62271-202**                      **UNE-EN 62271-202**  
*Centros de Transformación prefabricados.*

- **NBE-X**  
*Normas básicas de la edificación.*

- Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:

- **CEI 62271-1**                      **UNE-EN 62271-1**  
*Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.*
- **CEI 61000-4-X**                      **UNE-EN 61000-4-X**  
*Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.*
- **CEI 62271-200**                      **UNE-EN 62271-200**  
*Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.*
- **CEI 62271-102**                      **UNE-EN 62271-102**  
*Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.*
- **CEI 62271-103**                      **UNE-EN 62271-103**  
*Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.*
- **CEI 62271-105**                      **UNE-EN 62271-105**  
*Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.*

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X**  
*Transformadores de Potencia.*
- **UNE 21428-1-1**  
*Transformadores de Potencia.*
- *Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)*

- **UNE 21428**

*Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.*

#### **1.4. Titular**

El Centro y la línea de media tensión son propiedad de Fuentes y Compañía S.L., distribuidora eléctrica de la localidad de Oliva de la Frontera, con CIF B06000418 y domicilio en C/ Pedro Vera núm. 1 de Oliva de la Frontera.

#### **1.5. Emplazamiento**

Los terrenos que ocupa la línea son los terrenos denominados como paraje "El Prado" partiendo la línea desde un poste existente ubicado en el Polígono 44, Parcela 132, hasta la parcela contigua donde se ubica el CT, en el Polígono 44 Parcela 151 en TM. de Oliva de la Frontera y sus coordenadas geográficas son: X: 682961,44 Y:4238881,56 Z:395 USO 29.

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

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Fuentes y Cia S.L. a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

- **cgmcosmos:** Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

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

Se precisa el suministro de energía a una tensión de <400> V, con una potencia máxima simultánea de <80> kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 100 kVA.

#### **1.8. Descripción de la instalación**

### 1.8.1. Obra Civil

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

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

#### 1.8.1.1. Características de los Materiales

Edificio de Transformación: **pfu.3/20**

##### - Descripción

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

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

##### - Envolvente

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

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

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

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

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

#### - Placa piso

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

#### - Accesos

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

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

#### - Ventilación

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

#### - Acabado

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

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

- Calidad

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

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

- **Características Detalladas**

Nº de transformadores:	1
Nº reserva de celdas:	1
Tipo de ventilación:	Doble
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

· Longitud:	4460 mm
· Fondo:	2380 mm
· Altura:	3045 mm
· Altura vista:	2585 mm
· Peso:	13465 kg

Dimensiones interiores

- Longitud: 4280 mm
- Fondo: 2200 mm
- Altura: 2355 mm

#### Dimensiones de la excavación

- Longitud: 5260 mm
- Fondo: 3180 mm
- Profundidad: 560 mm

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

### 1.8.2. Instalación Eléctrica

#### 1.8.2.1. Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, tendrá una longitud de 175 m. e irá soterrada bajo tubo de  $\varnothing 160$  mm. y estará compuesta por tres conductores de 3x(1x150) mm Al., con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,434 kA eficaces.

#### ▪ Conductores:

Denominación	RHZ1-150
Diámetro sobre conductor	13.9 mm
Sección de aluminio	150 mm <sup>2</sup>
Nº de CONDUCTORES	3
Diametro sobre aislamiento	25.9 mm
Reactancia	0.114 $\Omega$ /Km
Capacidad	0,237 pF/Km
Radio Curvatura	970 mm

- **Tomas de Tierra:**

Pica	Tubo de acero galvanizado, L=2m. Ø=30mm.
Conductor	Cobre, Sección 50mm <sup>2</sup> .

### 1.8.2.2. Características de la Aparamenta de Media Tensión

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

Celdas: **cgmcosmos**

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 estandar:

**- Construcción:**

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

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

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

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

**-Seguridad:**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

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



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

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

#### *Grados de Protección :*

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

#### - Conexión de cables

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

#### - Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **cgmcosmos** es que:

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

#### - Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases 50 kV  
a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo



Clasificación IAC:

AFL

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas :

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Protección Transformador 1: **cgmcosmos-p Protección fusibles**

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

La celda **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 una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x16 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

· Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

· Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

· Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

· Ancho: 470 mm  
· Fondo: 735 mm  
· Alto: 1740 mm  
· Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

· Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles: combinados

Transformador 1: **transforma aceite 24 kV**

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

- Otras características constructivas:

· Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/-5%, + 7,5%

- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

#### 1.8.2.4. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

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

- Interconexiones de MT:

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

Cables MT 12/20 kV del tipo , unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

- Interconexiones de BT:

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

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro.

- Defensa de transformadores:

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

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

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

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

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

### **1.8.3. Medida de la energía eléctrica**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

### **1.8.4. Unidades de protección, automatismo y control**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

### **1.8.5. Puesta a tierra**

#### 1.8.5.1. Tierra de protección

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

#### 1.8.5.2. Tierra de servicio

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

### 1.8.6. Instalaciones secundarias

- Armario de primeros auxilios

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

- Medidas de seguridad

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

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

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

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

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

### 1.9. Planificación

Las diferentes etapas del proyecto son: Legalización e instalación del CT

### 1.10. 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:

- a) 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.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) 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 de estos locales.

***El técnico competente, D. Manuel Fernández Sánchez, Ingeniero Industrial, Cog 443 del COII de Extremadura.***

## 2. CÁLCULOS CT

### 2.1. Intensidad de Media Tensión

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

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

donde:

P      potencia del transformador [kVA]  
 U<sub>p</sub>    tensión primaria [kV]  
 I<sub>p</sub>    intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 100 kVA.

· I<sub>p</sub> = 2,89 A

### 2.2. Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 100 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

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

donde:

P      potencia del transformador [kVA]  
 U<sub>s</sub>    tensión en el secundario [kV]  
 I<sub>s</sub>    intensidad en el secundario [A]

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

· I<sub>s</sub> = 137,46 A.

### 2.3. Cortocircuitos

### 2.3.1. Observaciones

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

### 2.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

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

donde:

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

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

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

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

donde:

$P$  potencia de transformador [kVA]  
 $E_{cc}$  tensión de cortocircuito del transformador [%]  
 $U_s$  tensión en el secundario [V]  
 $I_{ccs}$  corriente de cortocircuito [kA]

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

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 14,434 \text{ kA}$

### **2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 100 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

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

- $I_{ccs} = 0 \text{ kA}$

### **2.4. Dimensionado del embarrado**

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

#### **2.4.1. Comprobación por densidad de corriente**

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

#### **2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica**

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

- $I_{cc(din)} = 36,085 \text{ kA}$

#### **2.4.3. Comprobación por sollicitación térmica**

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

- $I_{cc(ter)} = 14,434 \text{ kA}$ .

## 2.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

### Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza 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 del máximo de las corrientes de cortocircuitos 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 de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, 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 estos fusibles es de 16 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

#### - Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

### **2.6. Dimensionado de los puentes de MT**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 5,774 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### **2.7. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación**

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

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

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

### **2.8. Dimensionado del pozo apagafuegos**

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

## **2.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra**

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

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

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

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

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

- $U_n$  Tensión de servicio [kV]
- $R_n$  Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $X_n$  Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{d \max \text{ cal.}}$  Intensidad máxima calculada [A]

La  $I_{d \max}$  en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 384,689 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \max} = 300 \text{ A}$$

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

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

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

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro  $R_n = 30 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro  $X_n = 1 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 300 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$\cdot V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Características del terreno:

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

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

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

donde:

- $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]
- $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

- $U_n$  tensión de servicio [V]
- $R_n$  resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $X_n$  reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$\cdot I_d = 51,563 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$\cdot R_t = 193,9375 \text{ Ohm}$$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

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

donde:

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

- Centro de Transformación

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

$$\cdot K_r \leq 1,2929$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0221$

- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

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

Como medida de seguridad adicional se realizará una acera perimetral de hormigón de 1 m de ancho, o como mínimo en la zona de acceso al CT, a fin de tener un terreno de resistividad superficial elevada.

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

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

donde:

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

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$

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

- $I'd = 259,127 \text{ A}$

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

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

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

donde:

$R'_t$	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
$I'_d$	intensidad de defecto [A]
$V'_d$	tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 3770,295 \text{ V}$$

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

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

donde:

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

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 1.877 \text{ V}$$

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

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

Tensión de paso en el exterior:

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

donde:

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

por lo que, para este caso:

$$\cdot V_p = 859,005 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

### 2.9.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

$$\cdot t = 1 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

$U_{ca}$	valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$R_{a1}$	Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 6313 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{p_{acc}} = 10 \cdot U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_o^r}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

$V_{ca}$  valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

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

$R'_o$  resistividad del hormigón en [Ohm·m]

$R_{a1}$  Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 15.461 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 859,005 \text{ V} < V_p = 6313 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_p(\text{acc}) = 1.877 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 15.461 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 3770,295 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 100 \text{ A} < I_d = 259,127 \text{ A} < I_{dm} = 300 \text{ A}$$

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

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

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

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

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

donde:

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm · m]  
 $I'_d$  intensidad de defecto [A]  
 $D$  distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- $D = 6,183 \text{ m}$

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

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

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

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

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

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

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

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

## 2.9.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

***El técnico competente, D. Manuel Fernández Sánchez , Ingeniero Industrial ,  
Cog 443 del COII de Extremadura***

### 3. CÁLCULOS LMT SUBTERRÁNEA

En este apartado se harán los cálculos para dimensionar la red de distribución de Media Tensión. Después de analizar las redes existentes que hay en el municipio donde ubica la línea objeto de estudio del presente proyecto y según datos suministrados por la compañía eléctrica distribuidora, se ha decidido sustituir la alimentación existente al CT J. Pozo, al sustituirse ese también, pasando de aérea a subterránea, encontrándose parte del trazado ya realizado como se describe en el anexo de planos del presente proyecto, ya que esta resulta ser la mejor opción por razones de cercanía y puede soportar la nueva carga sin problemas de saturación y caídas de tensión. Así dotamos a la población de Oliva de la Frontera de un nuevo CT y protecciones en otro tramo del anillo de MT que garantiza la continuidad de suministro y reduce considerablemente los tiempos de espera por corte eléctrico y por averías ya que se podrá dar suministro por dos partes al tener la línea cerrada en anillo.

Dicha línea tiene una tensión de 20 kV trifásica y 50 Hz de frecuencia.

#### Instalación de cables aislados

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos urbanos, y en zonas perfectamente delimitadas. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20435), a respetar en los cambios de dirección.

#### 3.1. Cálculo del Conductor

##### JUSTIFICACIÓN DEL NIVEL DE TENSIÓN DEL CABLE.

La red de FUENTES Y COMPAÑÍA SL es con régimen permanente de neutro a tierra y su tensión nominal es 20kV. Para esas condiciones de diseño, el nivel de tensión del cable ha de ser:  $(U_0/U) = 20/20$  kV.

### 3.2. *Cálculo de la sección del conductor*

En las redes de FUENTES Y COMPAÑÍA S.L., la sección mínima del conductor viene impuesta en las Normas particulares de Compañía FUENTES Y COMPAÑÍA S.L. En estas normas, para el caso de redes de 15kV de tensión nominal, se fija una sección mínima de conductor de aluminio de 150mm<sup>2</sup>. A partir de los datos de los datos suministrados por la citada compañía de las propiedades de la red en el punto donde nos da servicio:

Potencia de cortocircuito: 400MVA.

Tensión nominal de la red (valor eficaz entre fases): 20kV.

Intensidad de cortocircuito a tierra: 1000 A.

Régimen neutro=A tierra a través de resistencia.

Tiempo de eliminación del defecto = 1s.

Comprobamos si necesitamos una sección superior a la antes citada:

$$I_{cc} = (400 \cdot 10^6) / (3^{1/2} \cdot 20 \cdot 10^3) = 11.560 \text{ kA}$$

Donde:

$I_{cc} \equiv$  Intensidad de cortocircuito trifásico.

El valor de la densidad de corriente que la sección del cable (conductor aluminio) es capaz de soportar para el caso de un cortocircuito-trifásico es de:

$$\delta_{cc} = 103 \text{ A/mm}^2$$

Que es un dato suministrado por el fabricante del cable para unas condiciones de cortocircuito con una duración máxima de 1 segundo, para un cable con conductor de aluminio (Al) y con aislamiento de polietileno-reticulado (XLPE).

Con estos datos calculamos la sección del conductor Al, que durante 1 segundo sería capaz de soportar la intensidad de cortocircuito antes calculada (11,56 kA) es:

$$s_c = I_{cc} / \delta_{cc} = (11,56 \cdot 10^3) / 103 = 112,23 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{adoptamos un cable con una sección de } 150 \text{ mm}^2 \text{ de conductor de aluminio (Al) y con aislamiento de polietileno-reticulado (XLPE).}$$

### 3.3. Comprobación de la pantalla electrostática

Se fija una pantalla electrostática constituida por un fleje de cobre de 0,1mm de espesor. Para un cable de 15/20kV de nivel de aislamiento, con una sección de 150mm<sup>2</sup>, aislamiento polietileno-reticulado (XLPE), cubierta de PVC y una duración del cortocircuito (fase-tierra) de 1s, el fabricante garantiza que la pantalla electrostática del cable es capaz de evacuar una intensidad de cortocircuito (fase-tierra) de 1890 A. Por tanto, la pantalla electrostática seleccionada es válida porque se verifica que el valor anterior es mayor de 1000 A que es la intensidad de cortocircuito de la red, dato suministrado por la compañía suministradora, tal y como anteriormente se comentó.

### 3.4. Intensidades

Calculamos a continuación las intensidades que soportará la línea comprobando que en ningún momento se supera las intensidades máximas admisibles por el conductor, demostrando así la idoneidad de este.

#### Intensidad nominal de la línea.

Esta intensidad se corresponde con la intensidad del transformador instalado en la parcela. Se considera la potencia nominal, por tanto, al nivel de tensión es de 20 kV, la potencia máxima a suministrar será de 100 KVA (Potencia Instalada en CT J.Pozo, máxima simultánea 100 kVA). Si aplicamos la siguiente fórmula:

$$I_n = S / 1.73 * U * 0.8$$

Donde:

S potencia nominal del transformador [kVA]

U tensión nominal primaria de servicio [kV]

$I_n$  intensidad primaria [A]

Se obtiene para el lado de alta tensión del transformador una intensidad :

$$I_n = 3,61A.$$

### Intensidad de cortocircuito de la línea.

Esta intensidad es la misma que se ha considerado para el cálculo/comprobación de la sección del cable de Media Tensión.

Para el cálculo de intensidades que origina un cortocircuito, se tiene en cuenta la potencia de cortocircuito de la red que está especificada por la compañía distribuidora y es de 400 MVA.

El cálculo de la intensidad de cortocircuito de la línea se realiza con la ecuación incluida a continuación:

$$I_{cc} = S_{cc} / 1.73 \cdot U$$

Donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [kVA]

U tensión nominal de servicio [kV].

$I_{cc}$  intensidad de cortocircuito de la línea [A]

Se obtiene:

$$I_{cc} = 11,56 \text{ kA.}$$

Para

$$S_{cc} = 400 \cdot 10^3 \text{ kVA}$$

$$U = 20 \text{ kV}$$

### 3.5. Caída de tensión

En este apartado se procede a calcular la caída de tensión en la línea, la cual en ningún caso debe ser superior al 7% permitido en las instalaciones de Media Tensión según las normas particulares de la compañía eléctrica distribuidora. La caída de tensión la obtenemos mediante la expresión:

$$e = L \cdot I \cdot 1.73 \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi) / V$$

Al tratarse de cables con aislamiento termoestable (XLPE) la temperatura máxima admisible del conductor en servicio continuo es de 90 °C, siendo esta por tanto la temperatura a la cual tenemos que realizar los cálculos de la caída de tensión.

La caída de tensión en los cables de Media Tensión tiene poca importancia, a menos que se trate de líneas de gran longitud que no es el caso que nos ocupa, ya que la longitud de la línea proyectada es de 175 metros.

Por este motivo podemos utilizar la ecuación arriba indicada y en la que se pueden aplicar de forma directa los valores aproximados de resistencia y reactancia unitarios que encontramos en las tablas del catálogo del fabricante General Cable.

Para la temperatura máxima admisible del conductor en servicio de 90°C, una sección de conductor unipolar de 150 mm<sup>2</sup> y a una frecuencia de 50 Hz, encontramos en las tablas de catálogo del fabricante, los valores de resistencia y reactancia de dicho cable.

$$R=0,161 \Omega/\text{Km.}$$

$$X=0,105 \Omega/\text{Km.}$$

Considerando un factor de potencia de 0,8 obtenemos una caída de tensión:

$$e = 0.175 \cdot 3.61 \cdot 1,73 \cdot (0,161 \cdot 0,8 + 0,105 \cdot 0,6) = 5,69 \text{ V.}$$

Que en tanto por ciento sobre la tensión nominal de 15kV resulta de 0,02%, valor notablemente inferior al 7% permitido por la compañía distribuidora.

### **3.6. Características generales del ramal de media tensión**

Las características generales del Ramal de Media Tensión subterráneo serán las siguientes:

- ORIGEN: Poste existente en Pol. 4 Parc. 132

- FINAL: CT J. Pozo

- TIPO: Subterránea

- TENSIÓN DE SERVICIO: 20.000 V.

- LONGITUD: 175 m.

- CONDUCTORES: RHZ1 Aluminio 12/20 Kv. de 3(lx150) mm<sup>2</sup> de sección.

### **3.7. *Cumplimentación al decreto 73/1.996. de 21 de mayo sobre las condiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones eléctricas en la comunidad de Extremadura para proteger el medio natural***

Teniendo en cuenta el artículo 3 del citado DECRETO, la instalación que nos ocupa se encuentra encuadrada en la Primera Zona, por lo cual para la TRAMITACIÓN en la Dirección General de Ordenación Industrial, Energía y Minas será:

**-NO SE EXIGIRÁ DOCUMENTO ALGUNO, REFERENTE A INFORME DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE**

### **3.8. *Características generales de los elementos de la línea de media tensión subterránea***

#### **CANALIZACIONES (ZANJAS Y ARQUETAS YA EXISTENTES)**

##### **-ZANJAS**

Los conductores se alojarán en zanjas a un mínimo de **1,00 metros** de profundidad y a una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido de los conductores, aproximadamente 0,60 m.

En el fondo de la zanja se depositarán los tubos de P.V.C. de 160 mm. de diámetro en número de *dos* (uno de ellos de reserva) por el interior de los cuales discurrirán los conductores. Dichos tubos serán cubiertos de hormigón en masa de H-100 formando un prisma de 25 cms. Sobre esta capa se instalará una banda de polietileno de color amarillo naranja en la que se advierta del *peligro cables eléctricos*. Finalmente se reconstruirá el pavimento si lo hubiera del mismo tipo de calidad del existente antes de realizarse la apertura.

Los cruces especiales con canalizaciones de agua o similar, serán objeto de un cuidadoso estudio por parte de la dirección técnica que garantice una perfecta seguridad para los cables y las canalizaciones.

Caso de ir en la misma zanja conducciones de B.T. la separación entre las mismas será de 0,25 m.

Ver plano de zanjas para comprender mejor cuanto decimos.

### -ARQUETAS

Serán del tipo C.S.E. y responderán a las siguientes características generales:

- Las dimensiones puede observarse en los Planos correspondientes
- Se construirán con fábrica de ladrillos macizos de medio pie, sentado con mortero de cemento de 300 Kg.
- Se enfoscarán y bruñirán los parámetros interiores.
- Se colocará una tapa de fundición homologada por la C.S.E. de 62x72 cm.

Para comprender mejor cuanto decimos se recomienda ver el Plano.

***El técnico competente, D. Manuel Fernández Sánchez , Ingeniero Industrial , Cog 443 del COII de Extremadura.***

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

### 4.1. Calidad de los materiales

#### 4.1.1. Obra civil

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### 4.1.2. Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas con grado técnico de laboratorio resulta más seguro que el aire atmosférico debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones,

#### **4.1.3. Transformadores de potencia**

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

#### **4.1.4. Equipos de medida**

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

##### **- Puesta en servicio**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamento interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

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

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

#### **4.3. Pruebas reglamentarias**

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 el MIE-RAT 02.

#### **4.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.



En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

#### **4.5. *Certificados y documentación***

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

#### 4.6. 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.

***El técnico competente, D. Manuel Fernández Sánchez , Ingeniero Industrial , Cog. 443 del COII de Extremadura***





## FS Ingenieria (Manuel Fernandez Sanchez)

C\ Eritas 54  
06380 Jerez de los Caballeros  
Badajoz  
C.I.F. 34774235Y  
Tfno 609463283  
Email - [manuel@fsingenieria.es](mailto:manuel@fsingenieria.es)  
Estudio Ingenieria

Fax



Presupuesto de Obra Nº **20250101**

**FUENTES Y COMPAÑÍA S.L.**

# Mediciones y Presupuesto

PROYECTO LMTS Y CT NUEVO J. POZO

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1974 de 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online collex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YVWPMSXVB19





**PROYECTO LMTS Y CT NUEVO J. POZO**

Código Partida	Descripcion	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio
----------------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	---------	--------

**CAPITULO 01 LINEA MEDIA TENSIÓN SUBTERRANEA**

<b>01.01</b>	<b>m. RED M.T.CALZ. 3(1x150)AI 12/20kV</b>							
	Red eléctrica de media tensión entubada bajo calzada, realizada con cables conductores de 3(1x150)AI. 12/20 kV., con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductor, aislamiento de etileno-propileno (EPR), pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductor pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea bajo calzada, en zanja de 60 cm. de ancho y 105 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-20/P/20/X0, montaje de tubos de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-20/P/20/X0, hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, y relleno con hormigón HNE-15/P/20, hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento; sin incluir la reposición de pavimento; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y sin incluir transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.							
	tramo a realizar, zanja y tubos	1,000	47,400			47,400		
							<b>47,400</b>	<b>75,34 3.570,97</b>

<b>01.02</b>	<b>m. RED M.T.CALZ. 3(1x150)AI 12/20kV</b>							
	Red eléctrica de media tensión entubada bajo calzada, realizada con cables conductores de 3(1x150)AI. 12/20 kV., con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductor, aislamiento de etileno-propileno (EPR), pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductor pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea bajo calzada, en zanja de 60 cm. de ancho y 120 cm. de profundidad; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.							
	tramo con zanja y tubos existentes	1,000	127,600			127,600		
							<b>127,600</b>	<b>34,34 4.381,40</b>

<b>01.03</b>	<b>ud ARQUETA REGISTRABLE PREF.HM 75x75x105cm</b>							
	Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 75x75x105 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.							
		3,000				3,000		
							<b>3,000</b>	<b>132,95 398,85</b>

**TOTAL CAPITULO 01 LINEA MEDIA TENSIÓN SUBTERRANEA 8.351,23**

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
 a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegios previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
 b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
 La información online coltex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YVWPMSXVB19





**PROYECTO LMTS Y CT NUEVO J. POZO**

Código Partida	Descripcion	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio
----------------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	---------	--------

**CAPITULO 02 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

<b>02.01</b>	<b>ud EDIFICIO TRANSFORMACIÓN</b>								
Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu-3/20, de dimensiones generales aproximadas 3280 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.									
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>8.400,00</b>	<b>8.400,00</b>

<b>02.02</b>	<b>ud Celda línea E/S cgmcosmos-l</b>								
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un = 24 kV</li> <li>• In = 400 A</li> <li>• Icc = 21 kA / 52,5 kA</li> <li>• Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>• Mando: manual tipo B</li> </ul>									
Se incluyen el montaje y conexión.									
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>3.675,00</b>	<b>3.675,00</b>

<b>02.03</b>	<b>ud Celda protec. transfo cgmcosmos-p</b>								
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un = 24 kV</li> <li>• In = 400 A</li> <li>• Icc = 21 kA / 52,5 kA</li> <li>• Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>• Mando (fusibles): manual tipo BR</li> </ul>									
Se incluyen el montaje y conexión.									
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>3.500,00</b>	<b>3.500,00</b>

<b>02.04</b>	<b>ud Puentes MT transfo</b>								
Cables MT 12/20 kV unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.									
En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K152SR.									
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>950,00</b>	<b>950,00</b>

<b>02.05</b>	<b>ud Transf.baño aceite 100 KVA-15kV</b>								
Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 100 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 2,5%, +/-5%, + 7,5%.									
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>6.599,00</b>	<b>6.599,00</b>

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
 a) La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la Ley.  
 b) La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
 c) La responsabilidad profesional del autor del trabajo, sobre Colegios Profesionales. Validación online: coltex.e-visado.net/validacion.aspx?FVY10YVWPMSXVB19





**PROYECTO LMTS Y CT NUEVO J. POZO**

Código Partida	Descripcion	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe
----------------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	---------	--------	---------

**CAPITULO 02 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

<b>02.06</b>	<b>ud Cuadro baja tensión BT-B2 UNESA</b>								
	Cuadro de BT UNESA, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.								
		1,000				1,000			
								<b>1,000</b>	<b>1.600,00</b>
									<b>1.600,00</b>

<b>02.07</b>	<b>ud Puentes BT-B2 UNESA</b>								
	Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.								
		1,000				1,000			
								<b>1,000</b>	<b>240,00</b>
									<b>240,00</b>

<b>02.08</b>	<b>ud Puesta a tierra transformador</b>								
	1 Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular								
	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.								
	El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.								
	Características:								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geometría: Anillo rectangular</li> <li>Profundidad: 0,5 m</li> <li>Número de picas: cuatro</li> <li>Longitud de picas: 2 metros</li> <li>Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m</li> </ul>								
		1,000				1,000			
								<b>1,000</b>	<b>1.285,00</b>
									<b>1.285,00</b>

<b>02.09</b>	<b>ud Puesta a tierra interiores transformador</b>								
	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.								
	Características:								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geometría: Picas alineadas</li> <li>Profundidad: 0,5 m</li> <li>Número de picas: dos</li> <li>Longitud de picas: 2 metros</li> <li>Distancia entre picas: 3 metros</li> </ul>								
		1,000				1,000			
								<b>1,000</b>	<b>630,00</b>
									<b>630,00</b>

<b>10</b>	<b>ud Tierras interiores protección</b>								
	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.								
		1,000				1,000			
								<b>1,000</b>	<b>925,00</b>
									<b>925,00</b>

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable al mismo trabajo.  
Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1985 de 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online coil.es-visado.net/validacion.aspx?c=110YVWPMSXVB19





**PROYECTO LMTS Y CT NUEVO J. POZO**

Código Partida	Descripcion	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe
----------------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	---------	--------	---------

**CAPITULO 02 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

<b>02.11</b>	<b>ud Tierras interiores servicio</b>								
	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.								
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>925,00</b>	<b>925,00</b>

<b>02.12</b>	<b>ud Iluminación equipo transformación</b>								
	Equipo de iluminación compuesto de:								
	• Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.								
	• Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.								
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>600,00</b>	<b>600,00</b>

<b>02.13</b>	<b>ud Equipo seguridad y maniobra</b>								
	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:								
	• Banquillo aislante								
	• Par de guantes aislantes								
	• Extintor de eficacia 89B								
	• Una palanca de accionamiento								
	• Armario de primeros auxilios								
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>700,00</b>	<b>700,00</b>

<b>02.14</b>	<b>ud Defensa del transformador</b>								
	Protección metálica para defensa del transformador.								
		1,000				1,000			
							<b>1,000</b>	<b>233,00</b>	<b>233,00</b>

**TOTAL CAPITULO 02 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 30.262,00**

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegios previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
b)- La corrección e integridad formal de la documentación de la obra, en su caso, de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1974. Responsabilidad Profesional: Artículo 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online: collex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YVVPPMSXVB19





Código Partida	Descripcion	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe
----------------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	---------	--------	---------

**CAPITULO 03 GESTION DE RESIDUOS**

**03.01 m3 Canon gestion de residuos pétreos**

Zanja y Arquetas		3,410				3,410		3,410	44,00	150,04
------------------	--	-------	--	--	--	-------	--	-------	-------	--------

**TOTAL CAPITULO 03 GESTION DE RESIDUOS 150,04**

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
 a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
 b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
 Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1974 de 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online coltex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YWVPPNSXVB19





## 6. PLANOS

Se adjuntan a este proyecto los siguientes planos, indicando su nombre y contenido:

- Plano 01 - Ubicación geográfica del Centro de Transformación y trazado línea de media tensión.
- Plano 02 - Vistas interiores (alzado, planta) y esquema unifilar.
- Plano 03 - Vistas exteriores.
- Plano 04 - Red de tierras.

***El técnico competente, D. Manuel Fernández Sánchez, Ingeniero Industrial, Cog 443 del COII de Extremadura***

## 7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

### 7.1. Objeto

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo, es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

### 7.2. Características de la obra

#### 7.2.1. Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

#### 7.2.2. Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

#### 7.2.3. Suministro de agua potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

#### 7.2.4. Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

### **7.2.5. Interferencias y servicios afectados**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que, si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

### **7.3. Memoria**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

#### **7.3.1. Obra civil**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

##### **7.3.1.1. Movimiento de tierras y cimentaciones**

###### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a las zanjadas, a distinto nivel.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **b) Medidas de preventivas**

- Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

#### 7.3.1.2. Estructura

##### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

##### b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.

- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### 7.3.1.3. Cerramientos

#### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

#### b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### 7.3.1.4. Albañilería

#### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

#### b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### 7.3.2. Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

#### 7.3.2.1. Colocación de soportes y embarrados

##### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

##### b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Mantener la zona de trabajo limpia y libre obstáculos.
- No permanecer nunca bajo cargas suspendidas.

### 7.3.2.2. Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

#### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.
- Atrapamientos por la carga.
- Contactos eléctricos indirectos.

#### b) Medidas de prevención

- Para trabajos por encima de los 2 m de altura emplear arnés de seguridad y amarrarse a un punto fijo.
- Delimitar o tapar los fosos de cable o cualquier otro tipo de canalización.
- Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

### 7.3.2.3. Operaciones de puesta en tensión

#### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

#### b) Medidas de prevención

- Delimitar o tapar los fosos de cables o cualquier otro tipo de canalización.
- Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### 7.4. Aspectos generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

#### 7.4.1. Botiquín de obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

### 7.5. Normativa aplicable

#### 7.5.1. Normas oficiales

**PROYECTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA  
DESDE POTRERA A CT J.POZO DE OLIVA DE LA FRONTERA  
INGENIERO INDUSTRIAL: Manuel Fernández Sánchez**



- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 337/2014, del 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 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.



**PROYECTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA  
 DESDE POTRERA A CT J.POZO DE OLIVA DE LA FRONTERA  
 INGENIERO INDUSTRIAL: Manuel Fernández Sánchez**



- Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

***El técnico competente, D. Manuel Fernández Sánchez, Ingeniero Industrial, Cog 443 del COII de Extremadura***

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
 a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
 b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
 Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1974, de 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online coltex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YVVVPMNSXVB19



## 8. GESTIÓN DE RESIDUOS

# RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

### Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición<sup>i</sup>

Art. 4.1. a). R. D. 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13.02.08)

#### ANTECEDENTES

- Proyecto: Proyecto LMTS desde potrera a nuevo CT J. Pozo en Oliva de la Frontera.
- Promotor: Fuentes y Cía. SL
- Técnico Redactor del Proyecto: D. Manuel Fernandez Sánchez

1.- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que los sustituya. [Artículo 4.1.a)1º]

#### a) Adecuación<sup>ii</sup>:

S m <sup>2</sup> superficie demolición, preparación del terreno y cimentación	V m <sup>3</sup> volumen residuos	d densidad tipo entre 1,5 y 0,5 tn/m <sup>3</sup>	Tn tot toneladas de residuo (v x d)
CIMENTACIÓN CT 6,82m <sup>2</sup>	V cimentación x 0,5=3,41 m <sup>3</sup>	1	<b>= 3,41 Tn.</b> <b>TOTAL = 3,41</b> <b>Tn.</b>

Una vez se obtiene el dato global de Tn de RCDs por m<sup>2</sup> construido, utilizando los estudios realizados por la Comunidad Autónoma de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos (Plan Nacional de RCDs 2001-2006), se podría estimar el peso por tipología de residuos<sup>iii</sup>.

Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% en peso (según Cmdad Madrid, Plan Nacional de RCDs)	Tn cada tipo de RCD (Tn tot x %)
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>		
1. Asfalto (LER: 17 03 02)	0,05	
2. Madera (LER: 17 02 01)	0,04	
3. Metales (LER: 17 04 )	0,025	
4. Papel (LER: 20 01 01)	0,003	

5. Plástico (LER: 17 02 03)	0,015	
6. Vidrio (LER: 17 02 02)	0,005	
7. Yeso (LER: 17 08 02)	0,002	
Total estimación (tn)	0,14	
<b>RCD: Naturaleza pétrea</b>		
1. Arena, grava y otros áridos (LER: 01 04 08 y 01 04 09)	0,04	2,41
2. Hormigón (LER: 17 01 01)	0,12	1,00
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos (LER: 17 01 02 y 17 01 03)	0,54	
4. Piedra (LER: 17 09 04)	0,05	
Total estimación (tn)	0,75	3,41
<b>RCD: Potencialmente Peligrosos y otros</b>		
1. Basura (LER: 20 02 01 y 20 03 01)	0,07	
2. Pot. Peligrosos y otros (LER: iv)	0,04	
Total estimación (tn)	0,11	

Estimación del volumen<sup>v</sup> de los RCD según el peso evaluado:

Tn toneladas de residuo	d densidad tipo entre 1,5 y 0,5 tn/m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> volumen residuos (Tn / d)
3,41	1	3,41

2.- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto de proyecto.

X	No se prevé operación de prevención alguna
	Estudio de racionalización y planificación de compra y almacenamiento de materiales
	Realización de demolición selectiva
	Utilización de elementos prefabricados de gran formato (paneles prefabricados, losas alveolares...)
	Las medidas de elementos de pequeño formato (ladrillos, baldosas, bloques...) serán múltiplos del módulo de la pieza, para así no perder material en los recortes;
	Se sustituirán ladrillos cerámicos por hormigón armado o por piezas de mayor tamaño.
	Se utilizarán técnicas constructivas "en seco".

	Se utilizarán materiales “no peligrosos” (Ej. Pinturas al agua, material de aislamiento sin fibras irritantes o CFC.).
	Se realizarán modificaciones de proyecto para favorecer la compensación de tierras o la reutilización de las mismas.
	Se utilizarán materiales con “certificados ambientales” (Ej. Tarimas o tablas de encofrado con sello PEFC o FSC).
	Se utilizarán áridos reciclados (Ej., para subbases, zahorras...), PVC reciclado ó mobiliario urbano de material reciclado....
	Se reducirán los residuos de envases mediante prácticas como solicitud de materiales con envases retornables al proveedor o reutilización de envases contaminados o recepción de materiales con elementos de gran volumen o a granel normalmente servidos con envases.
	Otros (indicar)

3.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados.

	Operación prevista	Destino previsto <sup>vi</sup>
X	No se prevé operación de reutilización alguna	PROPIA OBRA
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	
	Reutilización de materiales cerámicos	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio,...	
	Reutilización de materiales metálicos	
	Otros (indicar)	

Previsión de operaciones de valoración “in situ” de los residuos generados.

X	No se prevé operación alguna de valoración “in situ”
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
	Otros (indicar)

Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables “in situ”<sup>vii</sup>.

<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>		<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
	Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
X	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
X	Metales: cobre, bronce, latón, hierro, acero,..., mezclados o sin mezclar	Reciclado	Gestor autorizado Residuos No Peligrosos
X	Papel, plástico, vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>			
	Residuos pétreos triturados distintos del código 01 04 07		Planta de Reciclaje RCD
X	Residuos de arena, arcilla, hormigón,...	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
X	Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
	RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>			
	Mezcla de materiales con sustancias peligrosas ó contaminados	Depósito Seguridad	Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs)
	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad	
	Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad	
	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad	
	Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas		Gestor autorizado RPs
	Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	Tratamiento/ Depósito	
	Tubos fluorescentes	Tratamiento/ Depósito	
	Pilas alcalinas, salinas y pilas botón	Tratamiento/ Depósito	
	Envases vacíos de plástico o metal contaminados	Tratamiento/ Depósito	
	Sobrantes de pintura, de barnices, disolventes,...	Tratamiento/ Depósito	
	Baterías de plomo	Tratamiento/ Depósito	

4.- Medidas para la separación de los residuos en obra

X	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
	Derribo separativo/ Segregación en obra nueva (ej: pétreos, madera, metales, plasticos+cartón+envases, orgánicos, peligrosos).
	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta
	Separación in situ de RCDs marcados en el art. 5.5. que superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
	Idem. aunque no superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
	Separación por agente externo de los RCDs marcados en el art. 5.5. que superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
	Idem. aunque no superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
	Se separarán in situ/agente externo otras fracciones de RCDs no marcadas en el artículo 5.5.
	Otros (indicar)

5.- Planos<sup>viii</sup> de las instalaciones previstas para el almacenam<sup>viii</sup>, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra<sup>ix</sup>, donde se especifique la situación de:.

	Bajantes de escombros
X	Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones.....).
	Zonas o contenedor para lavado de canaletas/cubetos de hormigón.
	Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos.
	Contenedores para residuos urbanos.
	Ubicación de planta móvil de reciclaje "in situ".
	Ubicación de materiales reciclados como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar
	Otros (indicar)

6.- Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto<sup>8</sup> en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

	Actuaciones previas en derribos: se realizará el apeo, apuntalamiento,... de las partes ó elementos peligrosos, tanto en la propia obra como en los edificios colindantes. Como norma general, se actuará retirando los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles... ..). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.
X	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

X	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, chatarra...), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
X	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.
X	En el equipo de obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación para cada tipo de RCD.
X	Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
X	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera ... ..) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.  Para aquellos RCDs (tierras, pétreos... ) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.
X	La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente, la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales.  Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.
	Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombros".
	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
	Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.
	Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a la autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005.
	Otros (indicar)

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
 a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
 b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
 Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1974 de 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online: coltex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YVWPMSXVB19



7.- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Tipo de RCD	Estimación RCD en Tn	Coste gestión en €/Tn <i>planta, vertedero, gestor autorizado...</i>	Importe €
<b>TIERRAS Y PETREOS DE LA EXCAVACION</b>			
<b>DE NATURALEZA NO PETREA</b>	0,00 Tn		
<b>DE NATURALEZA PETREA</b>	3,41 Tn	44€	
<b>POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS</b>	0,00 Tn		
<b>TOTAL</b>	<b>3,41 Tn</b>		<b>150,04 €</b>

8.- En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma: Inventario de residuos peligrosos que se generarán.

<b>RCD: Potencialmente peligrosos</b>	<b>Cód. LER.</b>	
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	17 01 06	
Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	17 02 04	
Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01	
Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09	
Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	17 06 01	
Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	17 06 03	
Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	17 08 01	
Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	17 09 03	
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03	
Absorbentes contaminados (trapos...)	15 02 02	
Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	13 02 05	
Tubos fluorescentes	20 01 21	
Pilas alcalinas y salinas	16 06 04	
Envases vacíos de metal ó plástico contaminados	15 01 10	
Sobrantes de pintura ó barnices	08 01 11	
Sobrantes de disolventes no halogenados	14 06 03	

**PROYECTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA  
DESDE POTRERA A CT J.POZO DE OLIVA DE LA FRONTERA  
INGENIERO INDUSTRIAL: Manuel Fernández Sánchez**



Sobrantes de desencofrantes	07 07 01	
RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	

Jerez de los Caballeros, febrero de 2024

El Ingeniero Industrial:

Manuel Fernández Sánchez

Este visado se ha realizado de conformidad a lo establecido en la Ley de Colegios profesionales, comprobándose los siguientes extremos:  
a)- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de Colegiados previstos en el artículo 10.2 de la citada Ley.  
b)- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable a dicho trabajo.  
Responsabilidad Colegial: Artículo 13.3 Ley 2/1974 de 13 de Febrero, sobre Colegios Profesionales. Validación online coltex.e-visado.net/validacion.aspx FVY10YVVVPPMSXVB19



## ANEXO EXPLICATIVO

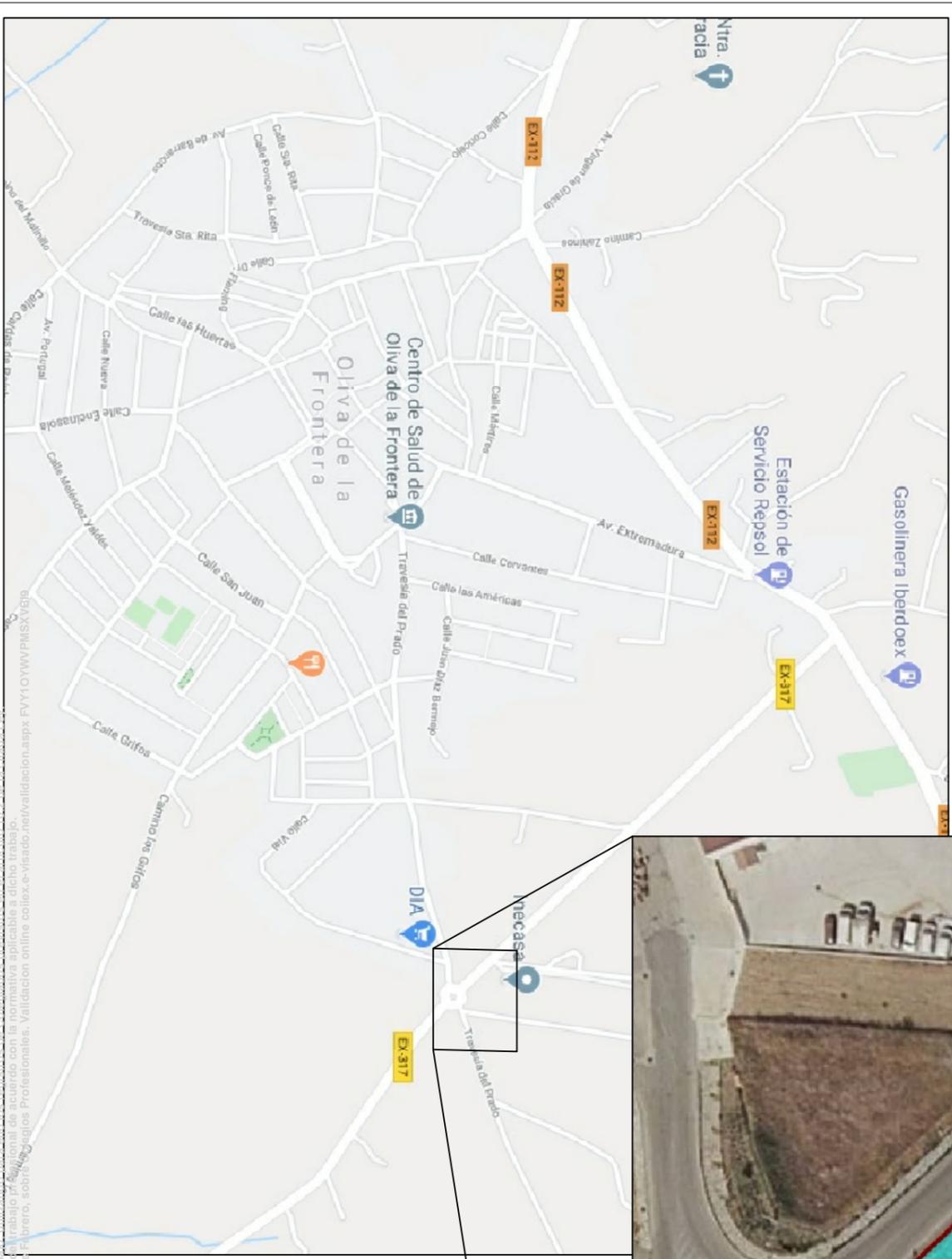
- 1 Se recomienda incluir en el Estudio de RCDs un formulario tipo para el seguimiento del control de los RCDs gestionados. Art. 4.1.c del RD 105/08.

El establecimiento de una fianza u otra garantía equivalente en función de la estimación inicial de los RCDs realizada en el Estudio podrá ser exigida por la legislación de las Comunidades Autónomas que así lo desarrollen, o ya lo hayan desarrollado.

Deberá reflejarse por tanto en cada Estudio realizado, que dicha estimación inicial, debido a la carencia de datos fiables y precisos actuales de generación de RCDs, deberán ser ajustados y concordados en las liquidaciones finales de obra con el Poseedor de residuos. Asimismo, las circunstancias de cada obra particular (ej. Prácticas de minimización de Rcds), también podrá conllevar que la estimación inicial de residuos quede por encima de lo que realmente se ha llegado a producir, lo cual no debería conllevar a una no devolución de la fianza o garantía.

- 1 En ausencia de datos más contrastados, pueden manejarse parámetros estimativos con fines estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido con una densidad tipo del orden de 1,5 tn/m<sup>3</sup> a 0,5 tn/m<sup>3</sup>.
- 1 Rellenar las casillas sombreadas multiplicando el total de residuos por el porcentaje de la columna izquierda. Se han marcado en negrita aquellos RCDs, con obligación de separación para el Poseedor, de acuerdo al artículo 5.5. del Real Decreto 105/08
- 1 Los códigos LER de los residuos peligrosos se marcan en el punto número 8. La estimación de dichos residuos deberá realizarse conforme a la normativa vigente (Real Decreto 833/88, R.D. 952/1997 y Orden MAM/304/2002) y en los formatos que cada Comunidad Autónoma tenga prefijados. Dicha labor corresponderá al Poseedor de RCDs como Productor o Pequeño productor de residuos peligrosos.
- 1 Este último paso se realizará para cada tipo de RCD identificado.
- 1 Se optará por: Propia obra ó externo, escribiendo en este último caso la dirección.
- 1 La columna de "destino" es predefinida como mejor opción ambiental. En el caso de que sea distinta la realidad se deberá especificar (no todas las provincias dispondrán de Plantas de Reciclaje de Rcds por ejemplo).
- 1 Proyecto Básico para la licencia → No es necesario este apartado  
Proyecto Ejecución → Es necesario este apartado
- 1 Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección facultativa de la obra. Art 4.1.a.5.

---



**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE EXTREMADURA**  
 Nº Colegiado : 000443  
 MANUEL FERNANDEZ SANCHEZ  
 VISADO Nº : BA2500057  
 DE FECHA : 21/02/2025  
**VISADO**

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE FS INGENIERIA. PROHIBIDA SU REPRODUCCION O COMUNICACION A TERCEROS SIN AUTORIZACION DE ESTA COMPANIA



PROMOTOR **Fuentes y Compañía S.L.**  
 SITUACION **Paraje "La Potrera" Pol.44 Parc: 132 a 151 Oliva F**  
 TITULO **POTRERA A CT J. POZO NUEVO**

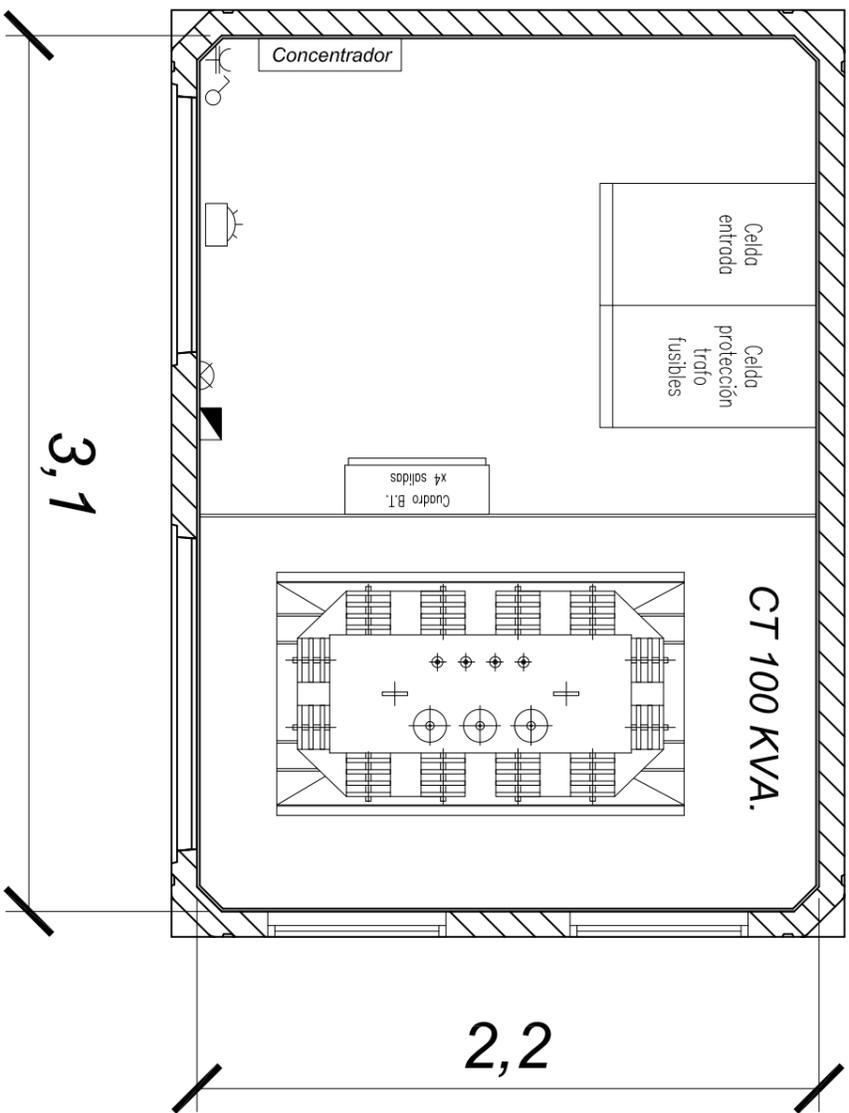
INGENIERO TECNICO **Jesús Torrado Dominguez**  
 DISEÑO INDUSTRIAL  
 INGENIERO **Manuel Fernández Sánchez**  
 INDUSTRIAL  
 FIRMA:

ESCALA **S/E**  
 FECHA **03.02.25**  
 IND. **01**  
 No. DE PLANO **01**  
 IND. **A**  
**PLANIFICACION**  
**PROYECTO LMT SUBTERRÁNEA DESDE**  
**PROFESIONAL**

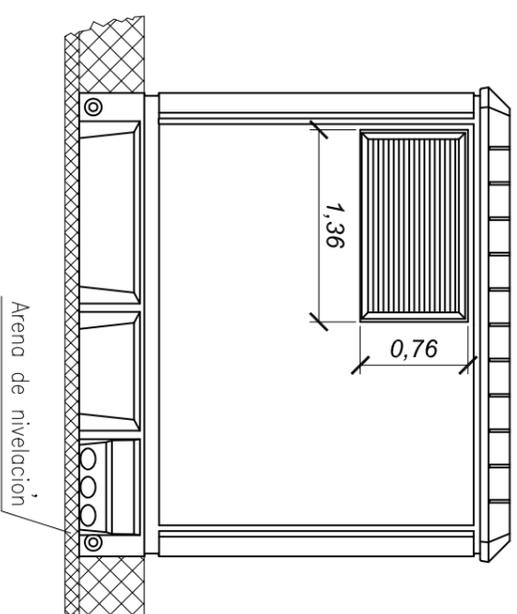
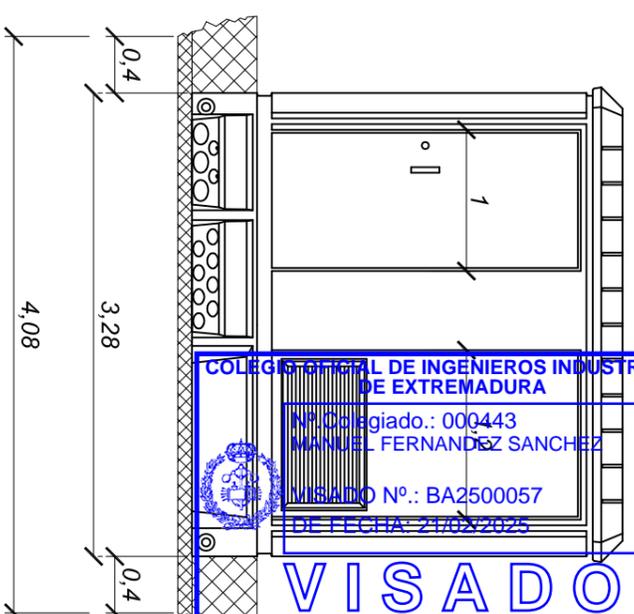
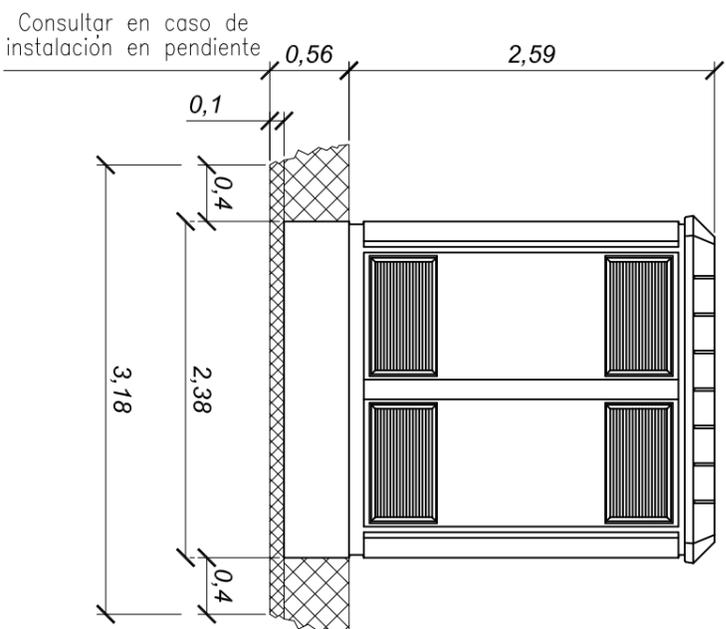
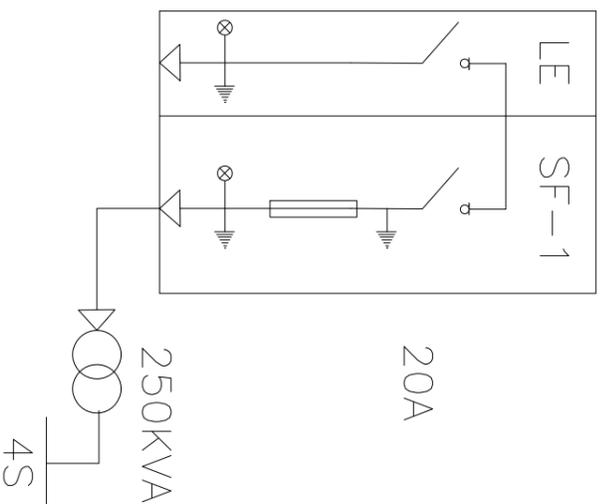




Distribución Interior  
E 1:25



ESQUEMA UNIFILAR

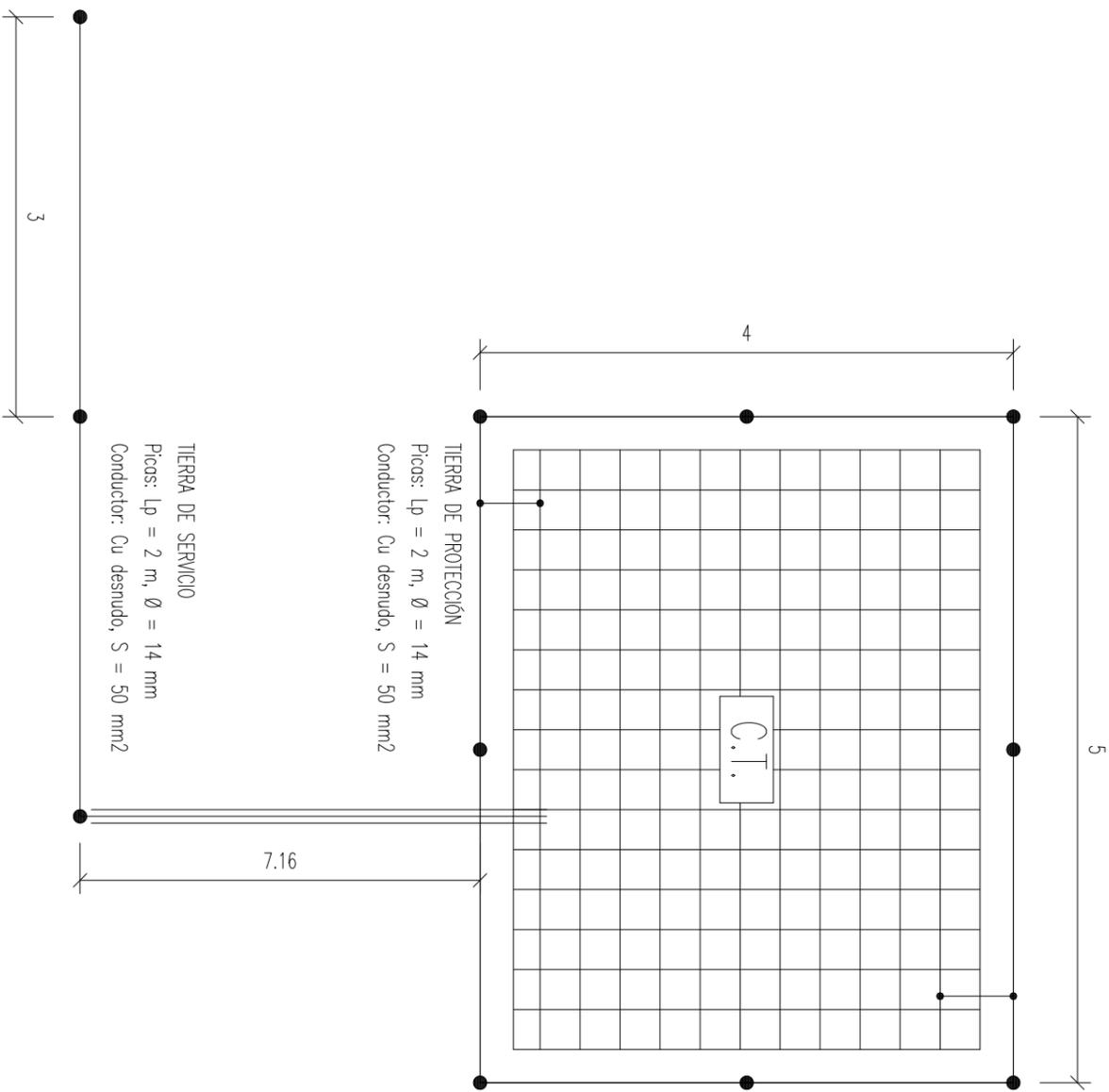


DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
4,08 m. ancho x 3,18 m. fondo x 0,56 m. profund.

COLLEGIADO DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
DE EXTREMADURA  
Nº Colegiado.: 000443  
MANUEL FERNANDEZ SANCHEZ  
VISADO Nº.: BA2500057  
DE FECHA: 21/02/2025  
VISADO

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE FS INGENIERIA. PROHIBIDA SU REPRODUCCION O COMUNICACION A TERCEROS SIN AUTORIZACION DE ESTA COMPANIA	
<b>FS INGENIERIA</b> 609 46 32 83	
PROMOTOR	FUENTES Y COMPAÑIA SL.
SITUACION	Paraje "La Potrera" Pol.44 Parc. 132 a 151 Oliva F
TITULO	PROYECTO LMT SUBTERRANEA DESDE POTRERA A CT J. POZO NUEVO
IND	MODIFICACION
IND	FECHA
c/Eritas,54-Jerez de los Caballeros-BADAJOZ	
INGENIERO TECNICO	Jesús Torrado Dominguez
DISEÑO INDUSTRIAL	
INGENIERO INDUSTRIAL	Manuel Fernández Sánchez
IND.	FECHA
03.02.25	
Plano de Caseta CT	
No. DE PLANO	IND.
04	A
Colegiado 443	

## PUESTAS A TIERRA



TIERRA DE PROTECCIÓN  
Configuración: 50-40/5/82  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Número de picas: 8  
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado con rondos 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. 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.

TIERRA DE SERVICIO  
Configuración: 5/32.  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Separación picas: 3 m  
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm<sup>2</sup> en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE EXTREMADURA  
Nº.Colegiado.: 000443  
MANUEL FERNANDEZ SANCHEZ  
VISADO Nº.: BA2500057  
DE FECHA: 21/02/2025  
**VISADO**

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE FS INGENIERIA. PROHIBIDA SU REPRODUCCION O COMUNICACION A TERCEROS SIN AUTORIZACION DE ESTA COMPANIA	
<b>FS INGENIERIA</b>	
c/Eritas,54-Jerez de los Caballeros-BADAJOS	
IND	MODIFICACION
IND	FECHA
INGENIERO TECNICO	
DISEÑO INDUSTRIAL	
INGENIERO INDUSTRIAL	
FIRMA: <b>Manuel Fernández Sánchez</b>	
Firmado 443	
No. DE PLANO	
IND.	
TITULO	
SITUACION	
PROMOTOR	
FECHA	
IND.	