

**PROYECTO DE:**

RED SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN 15 KV A/Y CENTRO  
DE TRANSFORMACIÓN 800 KVA PREFABRICADO PARA  
EVACUACIÓN DE ENERGÍA DE PLANTA FOTOVOLTAICA  
750 KW "ZAIDANA" EN LA ZAIDA (ZARAGOZA).

POLÍGONO 6 PARCELA 1  
TÉRMINO MUNICIPAL DE LA ZAIDA  
(PROVINCIA DE ZARAGOZA)

TITULAR: **PACIFIC COAST WAY**

El Ingeniero T. Industrial  
Al servicio de la empresa  
**MAGISTER Ingeniería**

Sergio Espinosa Fernández  
Colegiado nº 5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

Zaragoza, febrero de 2021  
Rev 1

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO I .....	MEMORIA
DOCUMENTO II .....	ANEJOS
DOCUMENTO III .....	PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO IV .....	PRESUPUESTO
DOCUMENTO V .....	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
DOCUMENTO VI .....	GESTIÓN DE RESIDUOS
DOCUMENTO VII .....	PLANOS



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## DOCUMENTO I

## MEMORIA

## ÍNDICE

<b>CAPITULO I: GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
1. RESUMEN DEL PROYECTO .....	1
2. OBJETO DEL PROYECTO .....	2
3. PETICIONARIO Y PROPIETARIO .....	2
4. COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA .....	2
5. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....	3
6. NORMATIVA APLICABLE .....	3
<b>CAPITULO II: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN</b> .....	<b>7</b>
7. DESCRIPCIÓN GENERAL .....	7
8. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....	7
8.1. Entidades y organismos afectados .....	7
8.2. Conductor .....	7
8.3. Señalización .....	7
8.4. Medidas de protección de avifauna.....	8
8.4.1. Medidas Adoptadas .....	8
<b>CAPITULO III: RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN</b> .....	<b>9</b>
9. DESCRIPCIÓN GENERAL .....	9
10. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....	9
10.1. Entidades y organismos afectados .....	9
10.2. Conductor .....	10
10.3. Empalmes.....	10
10.4. Terminales.....	11
10.5. Autoválvulas-Pararrayos.....	12
10.6. Conversión de línea aérea a subterránea.....	13
10.7. Canalización Subterránea .....	13
10.7.1. Sistemas de instalación .....	13
10.7.2. Zanjas .....	13
10.7.3. Puesta a tierra.....	14
10.7.4. Protecciones contra sobreintensidades .....	14
10.7.5. Longitud del cable y zanja.....	14
<b>CAPITULO IV: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b> .....	<b>15</b>
11. DESCRIPCIÓN .....	15
12. APARAMENTA.....	15
12.1. Celda de Entrada-Salida-Entrega: CGM-CML.....	15



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

12.2.	<i>Celda de Servicios Auxiliares</i> .....	16
12.3.	<i>Celda de Remonte:</i> .....	16
12.4.	<i>Celda de protección con interruptor automático: CMP-V</i> .....	17
12.5.	<i>Celda de Medida: CGM-CMM</i> .....	18
13.	TRANSFORMADOR .....	20
14.	CARACTERISTICAS DE LA OBRA CIVIL .....	21
14.1.	<i>Camino de acceso</i> .....	21
14.2.	<i>Edificios prefabricados</i> .....	21
14.3.	<i>Cimentación</i> .....	21
15.	GENERALIDADES .....	22
15.1.	<i>Conductores de conexiónado</i> .....	22
15.2.	<i>Señalización</i> .....	22
15.3.	<i>Alumbrado</i> .....	22
15.4.	<i>Foso de recogida de aceite</i> .....	22
15.5.	<i>Ventilación</i> .....	23
15.6.	<i>Sistema de extinción de incendios</i> .....	23
15.7.	<i>Autotransformador</i> .....	23
15.8.	<i>Limitación de los campos magnéticos</i> .....	23
15.8.1.	<i>Descripción</i> .....	24
15.8.2.	<i>Medidas de atenuación de campos magnéticos</i> .....	26
15.8.3.	<i>Medición de campos magnéticos: Métodos, Normas y Control por la Administración</i> .....	26
15.8.4.	<i>Cálculo del campo magnético</i> .....	27
15.8.5.	<i>Campo magnético generado por un transformador</i> .....	27
15.8.6.	<i>Campo magnético generado por un cable de media tensión</i> .....	33
15.9.	<i>Medida de la energía eléctrica</i> .....	35
15.9.1.	<i>Regleta de verificación:</i> .....	36
15.10.	<i>Elementos de seguridad y señalización.</i> .....	36
15.11.	<i>Red de Tierras</i> .....	37
15.11.1.	<i>Puesta a tierra de las masas</i> .....	37
15.11.2.	<i>Puesta a tierra del neutro de Baja Tensión.</i> .....	38
15.12.	<i>Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto</i> .....	38
15.13.	<i>Protecciones</i> .....	39
16.	SISTEMA DE TELEMANDO .....	39
16.1.	<i>Unidad Compacta de Telemando</i> .....	40
16.2.	<i>Detector de paso de falta</i> .....	40



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLJYTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

16.3. Comunicaciones .....	41
17. PROTECCION ANTI-ISLA .....	42
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## CAPITULO I: GENERALIDADES

### 1. RESUMEN DEL PROYECTO

<b>GENERALIDADES</b>	
Nº CONDICIONES SUMINISTRO	AZAR003 0000259917-2
OBJETO	CM PARA GENERACION FV potencia nominal 750 KW EVACUACION A RED LAMT "LA ZAIDA" 15 KV
PETICIONARIO	EFELEC ENERGY S.L.
PROPIEDAD	PACIFIC COAST WAY
INSTALACIONES	CONV-A/S A/Y CSPM Y TRANSFORMACIÓN
TENSIÓN	15kV
POTENCIA	750 KW potencia NOMINAL – 975 KW potencia PICO
<b>LÍNEA AÉREO MEDIA TENSIÓN</b>	
CONDUCTOR	<b>LA-56 (47-AL1/8-ST1A)</b>
ORIGEN / FINAL	Apoyo de doble conversión A/S nº25 EXISTENTE HUSO 30: X=714.786 Y=4.577.891
APARAMENTA	Doble conversión A/S
<b>RED SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN</b>	
CONDUCTOR	<b>2 x RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20kV</b>
ORIGEN	Apoyo de doble conversión A/S nº25 EXISTENTE HUSO 30: X=714.786 Y=4.577.891
FINAL	Centro de Transformación + SPM. Coordenadas UTM ETRS89 HUSO 30: X=714.761 Y=4.577.918
LONGITUD DE ZANJA	<b>34,90 m</b>
<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	
EDIFICIO	PREFABRICADO PFU 5 o similar
APARAMENTA	3 Celdas de Línea, celda de servicios auxiliares, celda de remonte, celda de interruptor automático y celda de medida.
<b>PRESUPUESTO</b>	
LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSION	
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
<b>TOTAL PRESUPUESTO SIN I.V.A.</b>	<b>92.402,65 €</b>



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR6gVCLLYTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto definir las características de las instalaciones para la conexión de generación en **PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ZAIDANA** en La Zaida (provincia de Zaragoza) de potencia nominal de 750 kW (975 KWp) para verter a red LAMT "La Zaida" 15 kV propiedad de e-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U.

Las instalaciones que comprende el presente proyecto son las siguientes:

- Doble Conversión A/S en apoyo a instalar, en derivación LAMT "La Zaida" de SET La\_Zaida 15 kV a LAMT para evacuación de la planta.
- Centro de Seccionamiento, Protección, Medida y Transformación.

Asimismo, es objeto del presente proyecto el servir de base a todos los trámites oficiales o privados que sean precisos para obtener la autorización necesaria para llevar a cabo dichas instalaciones y su posterior puesta en servicio, de acuerdo con el 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.

## 3. PETICIONARIO Y PROPIETARIO

El presente proyecto de instalaciones eléctricas se realizará a petición de:

- Promotor: ..... **EFELEC ENERGY S.L.**
- C.I.F.: ..... B-99499923
- Dirección: ..... CALLE RIOJA 24 50017, ZARAGOZA

Propietario final de las instalaciones:

- Propietario: ..... **PACIFIC COAST WAY S.L.**
- C.I.F.: ..... B-406207366
- Dirección: C/ E POL. INDUSTRIAL MUTILVA BAJA 11, 31192, ARANGUREN (NAVARRA)

## 4. COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA

La compañía e-Distribución Redes Digitales, S.L.U. es propietaria de la Línea Aérea de Media Tensión a 15kV "LA ZAIDA" desde la que se acometen las instalaciones, que se describen en el presente proyecto.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



Las instalaciones aquí descritas, determinadas por las celdas E/S + Entrega (3L) junto con la RSMT 2 x RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20kV se cederán a la Cía distribuidora con anterioridad de su puesta en marcha.

## 5. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Todas las instalaciones incluidas en el proyecto se encuentran ubicadas en las parcelas nº 1 del polígono 6, nº2 del polígono 5 y nº9001 del polígono 5 del término municipal de LA ZAIDA (provincia de Zaragoza).

	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Término Municipal
CT	714.761	4.577.918	LA ZAIDA
APOYO	714.786	4.577.891	LA ZAIDA

## 6. NORMATIVA APLICABLE

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

- 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.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
  - Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
  - Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
  - Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
  - Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
  - Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL).
  - 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.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6VCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico y actualizaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción y actualizaciones posteriores.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna
  - Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
  - Ordenanzas municipales de los Ayuntamientos afectados.
  - Normativas propias de organismos u otras compañías afectadas.
  - Recomendaciones UNESA.

#### Normativa particular de la Compañía Distribuidora:

- Especificación Técnica **NRZ102** sobre "Instalaciones Privadas conectadas a la red de distribución. Consumidores en Alta y Media Tensión" de E-Distribución Redes Digitales, S.L.U.
- Especificación Técnica **NRZ104** sobre "Instalaciones Privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media Tensión" de E-Distribución Redes Digitales, S.L.U.

#### Normativa UNE para Líneas Subterráneas, normativa general:

- UNE-EN 50102/A1 CORR:2002, Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 60060-2/A11: 1999, Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-3, Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60270:2002, Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60909-3:2004, Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes.

#### Normativa UNE para Líneas Subterráneas, cables y conductores:

- UNE 21144-1-3:2003, Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
- UNE 21144-2-1/2M:2007, Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/Visado.nsf/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- UNE-EN 60228:2005, Conductores de cables aislados.
- UNE-HD 620-5-E-1:2007, Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 Y 5E-5).

Normativa UNE para Líneas Subterráneas, accesorios para cables:


- UNE 21021:1983, Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 7,2 kV.
- UNE-HD 629-1/A1:2002, Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
  - UNE-EN 60060-1:2012, Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
  - UNE-EN 60060-2:2012, Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
  - UNE-EN 60027-1:2009, UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009, Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
  - UNE 207020:2012, IN Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

Normativa UNE para Centros de Seccionamiento, normativa general:

- UNE-EN 60060-1:2012, Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
- UNE-EN 60060-2:2012, Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60027-1:2009, UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009, Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
- UNE 207020:2012, IN Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

Normativa UNE para Centros de Seccionamiento, apartamento bajo envolvente metálica o aislante:

- UNE-EN 62271-200:2012, Apartamento de alta tensión. Parte 200: Apartamento bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE 20324:1993, UNE 20324 ERRATUM:2004, UNE 20324/1M:2000, Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPK5gVCLJLTYW2H">http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPK5gVCLJLTYW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg. 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- UNE-EN 50102, Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Normativa UNE para Centros de Seccionamiento, transformadores:

- UNE-EN 60076-1:2013, Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013, Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2.500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 24 kV.

Normativa UNE para Centros de Seccionamiento, centros de transformación prefabricados:


- UNE-EN 62271-202:2007, Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.

Normativa UNE para Centros de Seccionamiento, fusibles de alta tensión:

- UNE-EN 60282-1:2011, Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.

Normativa UNE para Centros de Seccionamiento, cables y accesorios de cables:

- UNE-EN 60228:2005, Conductores de cables aislados
- UNE 211006:2010, Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
  - UNE 211620:2012, Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) Kv
  - UNE 211027:2013, Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (24 kV).
  - UNE 211028:2013, Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (24 kV).

	
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPr5gVcLlYTW2H">http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPr5gVcLlYTW2H</a>	
22/2 2021	
Profesional	Habilitación Coleg: 5516 ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## **CAPITULO II: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN**

### **7. DESCRIPCIÓN GENERAL**

El punto de conexión será el apoyo EXISTENTE Nº 25 de la Línea Aérea de Media Tensión a 15kV "LA ZAIDA".

Se trata de un apoyo C-14-2000 en bandera, donde se instalará una doble conversión Subterránea-Aérea hasta Centro de Transformación para dar continuidad.

Las coordenadas en HUSO 30 y sistema ETRS 89 de este apoyo son las siguientes:

<b>COORDENADAS U.T.M.ETRS89 HUSO 30</b>			
<b>Nº APOYO</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>	<b>Coordenada Z</b>
25	714.786	4.577.891	205.000

### **8. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

#### **8.1. Entidades y organismos afectados**

Doble Conversión A/S bajo línea existente y la traza de R.S.M.T. y el Centro de Transformación se ubican ubicadas en las parcelas nº 1 del polígono 6, nº2 del polígono 5 y nº9001 del polígono 5 del término municipal de LA ZAIDA (provincia de Zaragoza).

#### **8.2. Conductor**

No es necesaria la reinstalación del conductor LA/56 al tratarse únicamente de una conversión A/S.

Esta actividad será realizada por e-Distribución Redes Digitales, S.L.

#### **8.3. Señalización**

Los apoyos de conversión llevarán una placa de señalización de peligro eléctrico, en la cual se reflejará: la tensión en kV de la línea y el número de apoyo.

Las placas se instalarán a una altura del suelo de 3 m en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que puedan ser vistas fácilmente.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1YTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 8.4. Medidas de protección de avifauna

Debido a la alta mortalidad de aves por su convivencia con los tendidos eléctricos, la comunidad de Aragón emite el 28 de Febrero de 2005 el Decreto 34/2005 por el que se establecen normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna.

Con el mismo motivo se emite también el Real Decreto 1432/2008, el 29 de agosto del 2008, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. A continuación, reflejamos las medidas adoptadas para esta línea

### 8.4.1. Medidas Adoptadas

#### Medidas constructivas

Tal y como queda reflejado en los Decretos mencionados:

- No se han utilizado aisladores rígidos.
- No hay puentes por encima de los apoyos.
- No se instalan elementos de corte o protección en posición dominante, por encima de los travesaños o cabeceras de los apoyos.

#### Medidas de protección contra la electrocución

Se aislarán con Vaina de polipropileno tipo CSCD de 3m Scotch o similar todos los puentes flojos de unión en los apoyos que llevan elementos de maniobra o protección para la línea, entre los distintos elementos que llevan instalados (seccionadores, autoválvulas, cruceta derivación, puentes bajantes), minimizando así la electrocución aviar.

Con ello se cumplen todas las exigencias en cuanto a las distancias a mantener en los Decretos a los que hacemos referencia.

#### Medidas de protección contra la colisión

No se prevé la colocación de balizas salvapájaros. Esta medida quedará condicionada al informe que el INAGA presente al respecto.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### **CAPITULO III: RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

#### **9. DESCRIPCIÓN GENERAL**

La línea subterránea de Media tensión partirá del apoyo EXISTENTE Nº 25 C-14-2000 de doble conversión aéreo-subterránea, y discurrirá en subterráneo hasta llegar al nuevo centro de transformación a instalar de coordenadas X=714.761 e Y=4.577.918, contando con una longitud de zanja total de 34,90 m.

Nota: Todas las coordenadas indicadas están en el sistema U.T.M. ETRS89, HUSO 30

La conexión de los cables de la RSMT en apoyo existente se realizará mediante personal por parte de la Cía Distribuidora. Se dejarán los cables a pie de apoyo de conexión con una longitud no menor a 14 m por fase.

#### **10. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

##### **10.1. Entidades y organismos afectados**

La traza de R.S.M.T. y el Centro de Seccionamiento, Protección, Medida y Transformación se ubican ubicadas en las parcelas nº 1 del polígono 6, nº2 del polígono 5 y nº9001 del polígono 5 del término municipal de LA ZAIDA (provincia de Zaragoza).

Nº de finca	Datos de la finca			Afección tramo subterráneo			Usos del suelo
	Término municipal	Nº parcela	Nº polígono	Long (m)	Sup (m2)	Ocupa. Temp. (m <sup>2</sup> )	
1	LA ZAIDA	1	6	11,80	7,08	6,00	Sin edificar
2	LA ZAIDA	9001	5	5,00	3,00	6,00	Camino
3	LA ZAIDA	2	5	18,10	18,86	6,00	Agrario

Se indican a continuación los organismos o entidades afectados por la línea en proyecto, bien por cruzamientos o por paralelismos, al respecto se establece en el apartado 5. de la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

- **AYUNTAMIENTO DE LA ZAIDA**

Nº AFECCIÓN	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	Cruzamiento de red subterránea con Camino de Azaida a La Zaida	La Zaida



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 10.2. Conductor

Los conductores que conforman el cable subterráneo serán unipolares de aluminio, sección 240 mm<sup>2</sup> y tensión nominal 12/20 kV con aislamiento seco de polietileno reticulado, pantalla semiconductor sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica asociada. Se ajustarán a lo indicado en las Normas UNE-HD 620-10E y UNE 211620:2010 y/o ITC-LAT-06.

Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes vagabundas, y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido.

El aislamiento está constituido por un diámetro seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90°C, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

Se realizarán dos circuitos, de entrada y salida, siendo los conductores de fase de cada circuito:

Designación: ..... **RH5Z1 12/20kV 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al**  
Tipo de cable..... RH5Z1  
Sección ..... 240 mm<sup>2</sup>  
Tensión ..... 12/20 kV  
Conductor ..... Aluminio  
Aislamiento..... Polietileno reticulado XLPE  
Pantalla metálica..... Pantalla de Cables de Aluminio

Los cables estarán debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalan o la producida por corrientes erráticas y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos.

## 10.3. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238. Las características principales son:

<b>Sección conductor</b>	240 mm <sup>2</sup>
<b>Tensión nominal</b>	12/20 kV
<b>Tensión máxima</b>	24kV
<b>Tensión de ensayo a 50 Hz (1 min)</b>	50kV
<b>Tensión de ensayo onda tipo rayo</b>	125kV
<b>Intensidad máxima</b>	400 A
<b>Limite térmico (T= 160°C, 1 s)</b>	28kA
<b>Limite dinámico</b>	50 kA

#### 10.4. Terminales

Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento integral en SF6 y en las conversiones aéreo-subterráneas.

##### **Terminales apantallados de interior**

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado y apto igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

Sus características son:

<b>Sección Conductor</b>	240 mm <sup>2</sup>
<b>Tensión nominal U<sub>0</sub>/U</b>	12/20 kV
<b>Tensión más elevada de la red U<sub>m</sub></b>	24kV
<b>Tensión a impulsos tipo rayo</b>	125kV cresta
<b>Tensión soportada a frecuencia industria</b>	50 kV
<b>Línea de fuga en atmósfera no contaminada</b>	>= 408 mm.
<b>Línea de fuga en atmósfera contaminada</b>	>= 600 mm.
<b>Intensidad nominal</b>	320 A



<b>Limite térmico (1s)</b>	28 kA
<b>Sobrecarga admisible (8 horas)</b>	600 A

### Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplirán la norma UNE-HD 629.1-S1.

Sus características son:

<b>Sección Conductor</b>	240 mm <sup>2</sup>
<b>Tensión nominal U<sub>0</sub>/U</b>	12/20 kV
<b>Tensión más elevada de la red U<sub>m</sub></b>	24kV
<b>Tensión a impulsos tipo rayo</b>	125kV cresta
<b>Tensión soportada a frecuencia industrial</b>	50 kV
<b>Línea de fuga</b>	>= 550 mm.
<b>Intensidad nominal</b>	320 A
<b>Limite térmico (T=160 °C, 1s)</b>	21 kA

### 10.5. Autoválvulas-Pararrayos

En las conversiones aéreo-subterráneas, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099. Las características exigidas serán las siguientes:

U <sub>n</sub> (kV)	U <sub>r</sub> (kV)	U <sub>c</sub> (kV)	U <sub>res</sub> (kV) máximo	Sistema de neutro red
15	18	15,3	59,4	Aislado

Corriente de descarga nominal: 10 kA.

Línea de fuga: igual a la exigida para los terminales.

El aislador de la autoválvula será polimérico.

## 10.6. Conversión de línea aérea a subterránea

La conexión del cable subterráneo con la línea aérea en general será seccionable en el CSPM en las celdas 3L zona distribuidora.

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102.

El tubo o bandeja se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo.

Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno.

En el caso de tubo, su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de unas tres veces su profundidad.

## 10.7. Canalización Subterránea

### 10.7.1. Sistemas de instalación

Las canalizaciones se han dispuesto procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables a tender.

- *Enterrados bajo tubo y hormigonados.*

Los cables se dispondrán al tresbolillo bajo tubo en toda su longitud. Los tubos quedarán instalados en capa de hormigón y sobre esta una protección mecánica de placas de PPC colocadas transversalmente.

Se colocará a una distancia de 30 cm de la protección mecánica una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

### 10.7.2. Zanjas

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entubaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesaria. Se estima una longitud total de zanja de 34,90 m.

El cable irá alojado en una zanja de 1,20 x 0,60 m, previéndose la instalación de tubos, debidamente enterrados y hormigonados.

### 10.7.3. Puesta a tierra

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en sus cajas de terminales.

### 10.7.4. Protecciones contra sobreintensidades

Contra sobre intensidades se utilizarán protección con fusibles colocados en el inicio de las instalaciones que alimentan cables subterráneos.

El funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderá a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

### 10.7.5. Longitud del cable y zanja

La longitud de cable a instalar será de **48,90 metros** en doble terna RH5Z1 12/20 kV 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al, enterrado a lo largo de **34,90 metros** de zanja. La zanja se realizará bajo tubo hormigonado en toda su traza.

Se dejarán al pie del apoyo de conversión **14 metros** de cable por terna y fase al objeto de la conexión por parte de e-Distribución redes Digitales en la conversión A/S.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coiitaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## **CAPITULO IV: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **11. DESCRIPCIÓN**

El Centro de Transformación a instalar, será del tipo en edificio prefabricado, superficie, con acceso desde vial público situado polígono 6 Parcela 1 Coordenadas UTM ETRS89/H30 X:714.761, Y:4.577.918 en el Término Municipal de LA ZAIDA (provincia de Zaragoza).

Se instalará el edificio prefabricado de hormigón de estructura monobloque, de dimensiones interiores **6,08 m x 2,38 m x 3,25 m PFU 5 o similar**. En el esquema unifilar adjunto en planos puede verse la distribución de la aparamenta.

El edificio prefabricado dispondrá de accesos independientes a la zona de e-distribución donde se localizarán las celdas de Cía y la celda de servicios auxiliares, y de la zona de abonado, donde se ubicarán las protecciones, medida y línea.

Estarán por el interior físicamente separados, y se permitirá el acceso desde la zona e-distribución a la zona abonado, pero no en el sentido contrario.

El edificio prefabricado previsto, ha sido diseñado de acuerdo con CEI 61330, UNE-EN 61330, RU 1303A y Códigos Técnicos de Edificación.

Las actuaciones más importantes a realizar las siguientes:

- Realización de la puesta a tierra del Centro
- Instalación de la caseta de Centro Prefabricado
- Instalación y conexiones de las Celdas de MT.

El Centro de Transformación está compuesto por la siguiente aparamenta:

### **12. APARAMENTA**

#### **12.1. Celda de Entrada-Salida-Entrega: CGM-CML**

Dispone de tres celdas de línea (3L) dotadas con un interruptor seccionador de tres posiciones que permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de cable de media tensión.

Características .....24kV / 630 A / 20KA

Estas celdas estarán motorizadas y telemandadas. Siendo éstas objeto de cesión a la compañía distribuidora.



3 Celda modular de línea (E/S), tipo CGMCOSMOS-I, de Ormazabal o similar, con maniobra motorizada, de corte y aislamiento íntegro en SF6, de 365 mm de ancho por 1.740 mm de alto por 735 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los siguientes aparatos y materiales:

1 Interruptor-seccionador tripolar de corte en carga, con mando motorizado y posiciones CONEXIÓN SECCIONAMIENTO- PUESTA A TIERRA, mando manual tipo B, marca ORMAZABAL o similar.

Las conexiones de las funciones de línea de la celda con los cables aislados de la línea de distribución en M.T. se realizarán con terminales enchufables marca 3M para cables secos de 240 mm<sup>2</sup> 18/30 KV.

### **12.2. Celda de Servicios Auxiliares**

Dispone de un autotransformador de 0,6kVA para Servicios Auxiliares de compañía:

- Potencia ..... 0,6 kVA
- Tensión primaria..... 15.000 V
- Tensión secundaria en vacío ..... 800 V
- Nivel de aislamiento ..... 24 kV

Esta celda junto con las tres anteriores serán objeto de cesión a la compañía distribuidora.

### **12.3. Celda de Remonte:**

Dispone de una celda de remonte que permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables:

Características ..... 24kV / 630 A / 20 KA

1 Celda modular de remonte, tipo CGMCOSMOS-RC, de Ormazabal o similar, con aparamenta para remonte de barras, de corte y aislamiento íntegro en SF6, de 365 mm de ancho por 1.740 mm de alto por 735 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los siguientes aparatos y materiales:

- s/n Embarrado para 630 A.
- s/n Pletina de cobre de 30 x 3 mm para puesta a tierra de la instalación.
- s/n Accesorios y pequeño material.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarien.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Las conexiones de las funciones de línea de la celda con los cables aislados de la línea de distribución en M.T. se realizarán con terminales enchufables marca 3M para cables secos de 240 mm<sup>2</sup> 18/30 KV.

#### **12.4. Celda de protección con interruptor automático: CMP-V**

Celda de Interruptor Automático de corte en vacío, que dispone también de seccionador de tres posiciones en serie, que proporciona la protección general, en ella se dispondrá de protección indirecta según normas de compañía. Llevará incorporado un relé multifunción.

Características ..... 24kV /  $\geq 400$  A /  $\geq 20$ kA  
Protecciones sobreintensidades ..... 50/51 – 67N  
3 transformadores de intensidad, relación: ..... 100 / 5-5 A  
10VA 5P30  
Sin saturación para  $I_{ccm\acute{a}x} = 0,98$  kA  
3 Transformadores de tensión, relación: ..... 16.500V3/ 110V3- 110V3  
15VA 3P Clase 0,5

Celda modular de protección con interruptor automático, tipo CGMCOSMOS-V, de Ormazabal o similar, de aislamiento íntegro en SF6, de 480 mm. de ancho por 1.740 mm. de alto por 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los siguientes aparatos y materiales:

1 Interruptor automático tripolar de corte en vacío, con maniobra motorizada, marca ORMAZABAL o similar,  $V_n = 24$ kV,  $I_n = 630$  A,  $I_{cc} = 20$  kA, mando manual, con bobina de disparo y contactos auxiliares.

1 Interruptor-seccionador tripolar de corte en carga, con posiciones CONECTADO-SECCIONAMIENTO-PUESTA A TIERRA,  $V_n = 24$ kV,  $I_n = 630$  A, capacidad de cierre sobre cortocircuito 20 kA cresta, mando manual, marca ORMAZABAL o similar.

Protocolos de sincronización: la sincronización GPS con nuestro relé se puede realizar por protocolo DNP3-TCP/SERIE

3 Transformadores de intensidad toroidales para protección de fases y homopolar (incorporados en los pasatapas).

3 Captores capacitivos de presencia de tensión de 24kV.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=dlKkP5gVcLlYTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

s/n Enclavamiento con cerradura enclavada con el seccionador de puesta a tierra en cerrado (se suministra cerradura montada en celda y dos llaves sueltas).

s/n Embarrado para 630A.

s/n Pletina de cobre de 30 x 3 mm para puesta a tierra de la instalación.

s/n Accesorios y pequeño material.

### 12.5. Celda de Medida: CGM-CMM

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

La celda de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

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

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

- Transformadores de medida: 3TT y 3 TI

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

#### **Transformadores de tensión (TT)**

Relación de transformación: .....16.500V3/ 110V3- 110V3

#### **Transformadores de intensidad (TI)**

Relación de transformación: .....100 / 5-5 A



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



TENSIÓN PRIMARIA NOMINAL DE LOS TT (V)	16.500		22.000		27.500		33.000	
INTENSIDAD PRIMARIA NOMINAL DE LOS TI (A)	P min 20%	P max 150%	P min 20%	P max 150%	P min 20%	P max 150%	P min 20%	P max 150%
2,5	13	97	18	129	22	162	26	194
5	26	194	35	259	44	324	52	389
10	52	389	70	519	87	648	104	778
20	104	778	138	1.038	174	1.297	208	1.557
30	156	1.167	208	1.557	260	1.946	312	2.335
60	312	2.335	415	3.114	520	3.892	623	4.671
100	519	3.892	692	5.190	866	6.487	1.039	7.785
200	1.038	7.785	1.384	10.380	1.731	12.975	2.077	15.570
500	2.595	19.462	3.460	25.950	4.325	32.437	5.190	38.925
1000	5.190	38.925	6.920	51.900	8.650	64.875	10.380	77.850

Características comunes NRZ102:

**Características comunes**

- Potencia (VA) intensidad de fases: 10 VA
- Potencia (VA) intensidad homop: 10 VA
- Intensidad secundaria (Is): 1 ó 5 A
- Clase (Cl) intensidad fases: 5P
- Clase (Cl) intensidad homop: 10P
- Factor límite de precisión (FLP) intensidad fases: 30
- Factor límite de precisión (FLP) intensidad homop: 15
- Intensidad térmica de cortocircuito (I<sub>ter</sub>): según tabla 5
- Intensidad dinámica de cortocircuito (I<sub>ter</sub>): según tabla 5

P<sub>min</sub>(20%).....519 KW

P<sub>max</sub>(150%).....3.892 KW

Comprobación saturación: 54 MVA / 15 kV  $\sqrt{3}$  = 2.078 A

Por intensidad: 100x30 = 3.000 A > 2.078 A

1 Celda modular de medida, tipo CGMCOSMOS-M, de Ormazabal o similar, de 800 mm de ancho por 1.740 mm de alto por 1.025 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los siguientes aparatos y materiales:

3 Transformadores de tensión tipo monobloque aislamiento 24 kV, con la siguiente relación de transformación:

16.500 / 110: V3-110: V3

15VA Clase 0,5



15VA 3P Clase 0,5

50VA 3P

3 Transformadores de intensidad para medida, aislamiento 24 kV, con la siguiente relación de transformación:

100/5-5 A

15VA CI 0.5

10VA CI. 0,5s

15VA 5P10

s/n Interconexión de potencia con celdas contiguas.

s/n Pletina de cobre de 30 x 3 mm para puesta a tierra de la instalación.

s/n Accesorios y pequeño material.

### 13. TRANSFORMADOR

Las pérdidas en vacío y en carga, así como los niveles de ruido y los detalles constructivos cumplen lo estipulado en la RU 5201 C.

El Transformador, además, cumple lo establecido en la norma GE FND001 para Transformadores Trifásicos de Endesa Distribución.

Es del tipo trifásico reductor de tensión, construido según la norma UNE 21428, en 2007, de potencia 800kVA y con aislamiento en aceite, de tensión primaria 15kV y tensión secundaria 800 V en vacío, de las siguientes características:

- Potencia .....	800 kVA
- Tensión primaria.....	15.000 V
- Tensión secundaria en vacío .....	800 V
- Nivel de aislamiento .....	24 kV
- Regulación en primario.....	±2,5±5+10%
- Grupo de conexión .....	Dyn11
- Tensión de cortocircuito .....	6 %
- Pérdidas en vacío.....	1.700 W
- Pérdidas en carga .....	10.500 W
- Volumen de aceite.....	565 l

## 14. CARACTERISTICAS DE LA OBRA CIVIL

### 14.1. Camino de acceso

Se realizará camino de acceso desde vial existente correspondiente con el camino de Azaidana a La Zaida con incorporación hasta el vallado de la Planta fotovoltaica Zaidana y Centro de Transformación por la parcela 1 del polígono 6 de La Zaida (provincia de Zaragoza)

### 14.2. Edificios prefabricados

Los edificios prefabricados para alojar Centros de Transformación podrán ser de tipo monobloque o constituidos por varias piezas o paneles prefabricados de hormigón armado convenientemente ensamblados.

Estarán preparados para albergar toda la aparamenta y equipos necesarios, con tensión máxima del material a 24 kV.

El edificio será de tipo PFU 5 o similar o similar con las siguientes dimensiones:

6,08 (largo) m x 2,38 (ancho) m x 3,25 (alto) m. Una vez instalado el edificio, se dotará al mismo de una acera perimetral de 1,20 m de ancho x 10 cm de espesor, realizado mediante hormigones H-200.

### 14.3. Cimentación

El terreno sobre el cual deba ir situado el edificio prefabricado, deberá compactarse previamente con un grado de compactación no menor al 90%.

Las dimensiones de la excavación serán las siguientes:

6880 mm de anchura x 3180 de fondo x 560 mm de profundidad.

Se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:

- Estará construida en hormigón armado mínimo H-200 de 15 cm de grosor con varillas de 4 mm y cuadro 20 x 20 cm.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo 40 cm por cada lado.
- Incorporará la instalación de tubos de paso para las puestas a tierra.

Sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 cm de grosor.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPF5GVCJL1YTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

La presión que el edificio prefabricado ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm<sup>2</sup>.

## 15. GENERALIDADES

### 15.1. Conductores de conexionado

#### **Alta Tensión**

La interconexión entre la celda de A.T. y las bornas de Alta Tensión del transformador, por ambos lados, se realizará mediante cable RZ1K 3x1x95 mm<sup>2</sup> Al 12/20kV.

#### **Baja Tensión**

La interconexión entre las bornas de Baja Tensión del Transformador y el interruptor automático de 1600A Baja Tensión se realizará mediante cable RHZ1 2x(3x1x240 mm<sup>2</sup>) Al 0,6/1kV.

### 15.2. Señalización

El edificio cumple las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al centro y las pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- En un lugar bien visible en el interior del Centro se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco.
- El Centro estará equipado con una pértiga y banquillo aislantes, para la ejecución de las maniobras.

### 15.3. Alumbrado

Para el alumbrado interior, el Centro de Transformación tiene instalados los puntos de luz necesarios. Asimismo, existe un alumbrado de emergencia.

### 15.4. Foso de recogida de aceite

El foso de recogida de aceite instalado en Centro de Transformación, según el fabricante, puede albergar hasta un trafo de 800 kVA.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Para la recogida de este volumen de aceite, se ha previsto la construcción de un sistema constituido por una cubeta situada debajo del transformador.

El depósito de aceite irá recubierto con revestimiento resistente y estanco.

Debajo del transformador, en el interior de la cubeta, se dispondrá un lecho de guijarros y arena a modo de cortafuegos.

### **15.5. Ventilación**

La ventilación del Centro de Transformación quedará asegurada mediante rejillas. Se añadirán unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral, hasta alcanzar unas superficies mínimas de rejillas de ventilación de 1,79 m<sup>2</sup> para la entrada, e igualmente para la salida.

### **15.6. Sistema de extinción de incendios**

Debido a que el transformador a instalar contiene un dieléctrico cuyo volumen de aceite es inferior a los valores indicados en el Reglamento, no se necesita ningún extintor para el mismo, sin embargo, de acuerdo con a MIE RAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia 89B (o equivalentes según el MIE RAT 14).

### **15.7. Autotransformador**

Se instalará de 800/400V 5kVA para la alimentación de los servicios auxiliares del titular de la instalación, tales como Comunicaciones o Vigilancia.

### **15.8. Limitación de los campos magnéticos**

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1YTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

### 15.8.1. Descripción

Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor.

Las ecuaciones de Biot y Savart, permiten estudiar el campo magnético **B** creado por un circuito recorrido por una corriente de intensidad *i*:

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int \frac{\mathbf{u}_t \times \mathbf{u}_r}{r^2} dl$$

**B** es el vector campo magnético existente en un punto P del espacio, **u<sub>t</sub>** es un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito y que nos indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento *dl*. **u<sub>r</sub>** es un vector unitario que señala la posición del punto P respecto del elemento de corriente,  $\mu_0/4\pi = 10^{-7}$  en el Sistema Internacional de Unidades.

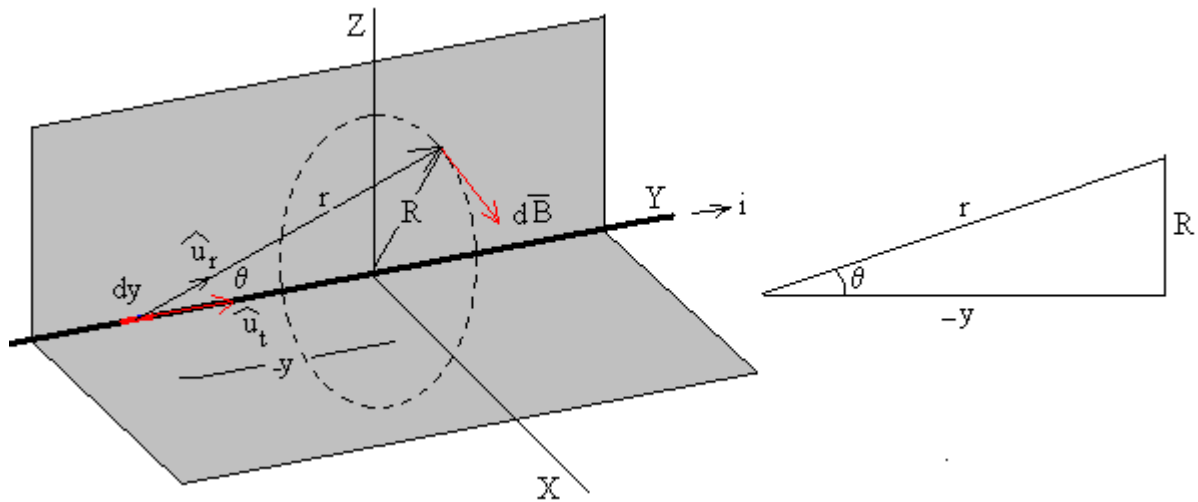
Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente *i*, se puede establecer de la siguiente manera:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPSGVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



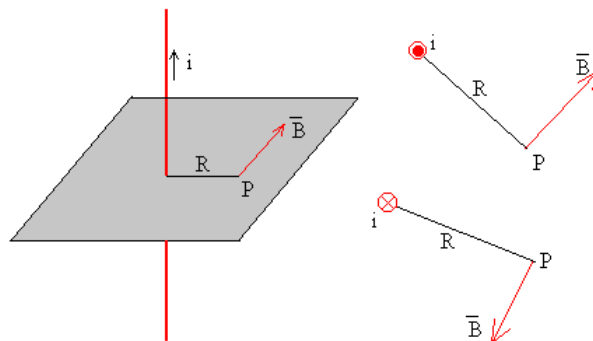
El campo magnético B producido por el hilo rectilíneo en el punto P tiene una dirección que es perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto P.

Para calcular el módulo de dicho campo es necesario realizar una integración.

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin \theta}{r^2} dy = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_0^\pi \sin \theta \cdot d\theta = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

Se integra sobre la variable  $\theta$ , expresando las variables x y r en función del ángulo  $\theta$ .

$$R = r \cdot \cos \theta, R = -y \cdot \tan \theta.$$



En la figura, se muestra la dirección y sentido del campo magnético producido por una corriente rectilínea indefinida en el punto P. Cuando se dibuja en un papel, las corrientes perpendiculares al plano del papel y hacia el lector se simbolizan con un punto en el interior de una pequeña circunferencia, y las corrientes en sentido contrario con una cruz en el interior de una circunferencia tal como se muestra en la parte derecha de la figura.

La dirección del campo magnético se dibuja perpendicular al plano determinado por la corriente rectilínea y el punto, y el sentido se determina por la regla del sacacorchos o la denominada de la mano derecha.

### 15.8.2. Medidas de atenuación de campos magnéticos

Para minimizar el posible impacto de los campos magnéticos generados por el CT, en su diseño se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las entradas y salidas al CT de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán, preferentemente, la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores, como por ejemplo el apantallamiento.

### 15.8.3. Medición de campos magnéticos: Métodos, Normas y Control por la Administración

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se superan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

En lo relativo a los métodos de medidas, tipos de instrumentación y otros requisitos se estará a lo recogido en las normas técnicas aplicables, con el orden de prelación que se indica:

- 1 Las adoptadas por organismos europeos de normalización reconocidos: El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
- 2 Las internacionales adoptadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Organización Internacional de Normalización (ISO) o la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- 3 Las emanadas de organismos españoles de normalización y, en particular, de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- 4 Las especificaciones técnicas que cuenten con amplia aceptación en la industria y hayan sido elaboradas por los correspondientes organismos internacionales.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitarragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR56VCLJLTYW2H">http://colitarragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR56VCLJLTYW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 55116 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



Normas de Aplicación:

- UNE-EN 62311 evaluación de los equipos eléctricos y electrónicos respecto de las restricciones relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz)
- NTP-894 Campos electromagnéticos: evaluación de la exposición laboral

#### 15.8.4. Cálculo del campo magnético

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas, dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnéticos permitidos, según el RD 1066/2001, por el que se establece el Reglamento sobre condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, Anexo II, apartado 3.1 (cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculara como  $5/f$ , siendo  $f$  la frecuencia en KHz. De esta manera, el límite de campo es  $100\mu\text{T}$ .

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B ( $\mu\text{T}$ )	Densidad de potencia equivalente de onda plana ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	—
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	—
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0Hz-300Hz)

#### 15.8.5. Campo magnético generado por un transformador

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una instalación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1],[2],[3].

A modo de validación de la aplicación, se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. También se han realizado medidas de campo en la subestación y se han comparado con los resultados obtenidos con la aplicación. El desarrollo de ambos métodos de validación se recoge en el anexo B de este documento.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la instalación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

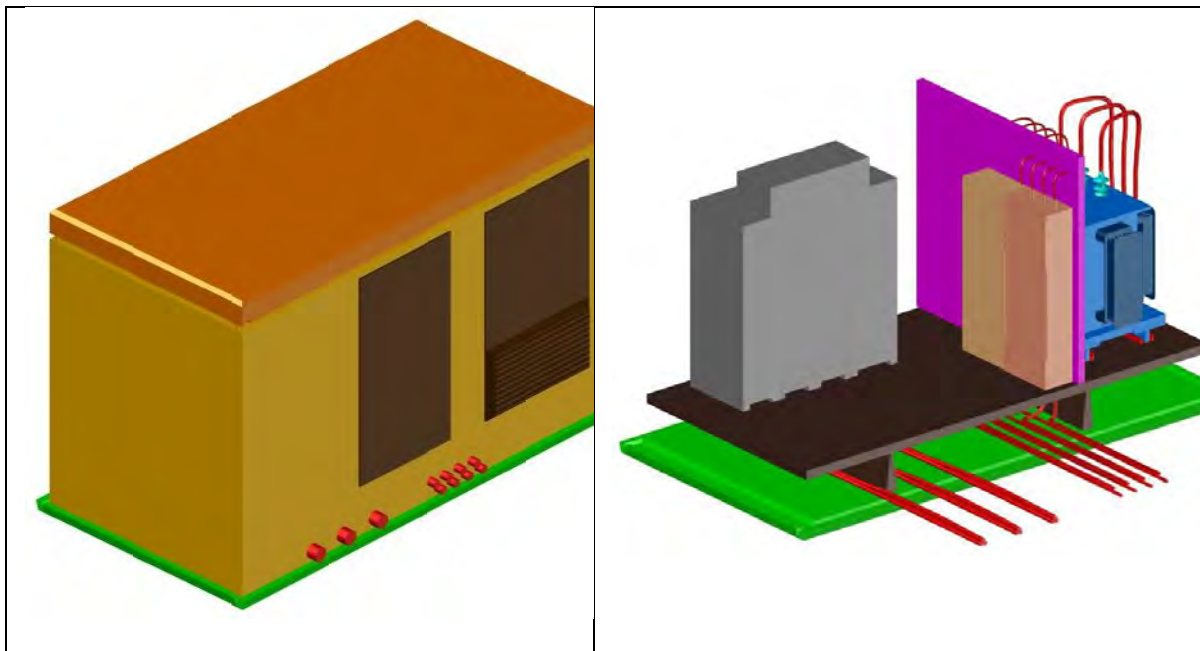
Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la instalación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la instalación a una altura de 1 m a efectos informativos.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



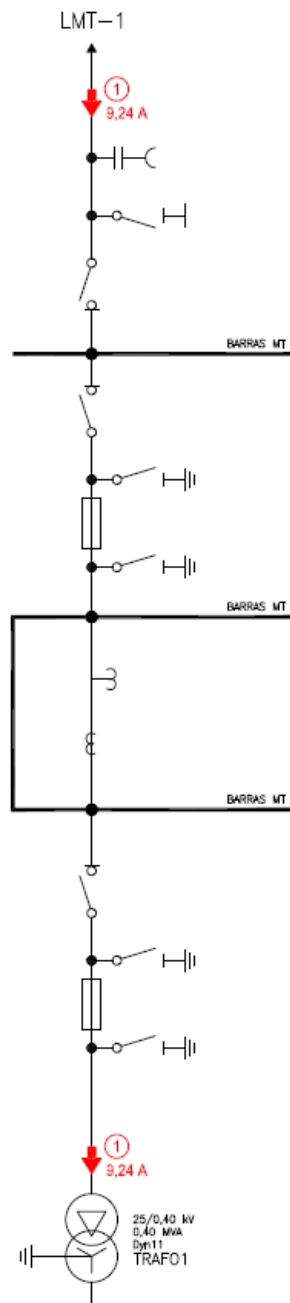
**Fig. 1: Vistas 3D Centro transformación tipo en edificio prefabricado de superficie, 36 kV. un trafo.**

### Características de la instalación y datos de cálculo

El centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado 36 kV. un transformador calculado, consta de 2 niveles de tensión, 1 y 0,40 kV, y una unidad de transformación de 800KVA.

Nivel de 15kV.

- Tipo: Blindado, aislado en SF6
- Topología: Simple barra
- Posiciones de línea: 1
- Posiciones de transformador: 1
- Posiciones de barras: 2
- Superficie: 9.4 m<sup>2</sup>



**Fig. 2: Unifilar nivel de tensión 15kV con intensidades consideradas**

Nivel de 0.4 kV.

- Tipo: Interior
- Topología Simple barra.
- Posiciones de línea: 4
- Posiciones de transformador: 1
- Posiciones de barras: 1

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que EDE ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
2. Las posiciones del nivel de tensión 15kV se ubican en el interior de un edificio, en celdas blindadas, cuya carcasa disminuye n el campo magnético en el exterior.
3. Los conductores de ambos niveles de tensión están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓNOTRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE(º)	TIPO
Línea1 – Trafo 1 15kV	1	9,24 <sub>(1)</sub>	0	Trifásicaequilibrada.
Trafo 1 Lado 0,8kV	2	577,35 <sub>(2)</sub>	30	Trifásicaequilibrada.
Líneas0,8kV	3-6	144,34	30	Trifásicaequilibrada.
B1 0,4kV:Línea 2- Línea 3	7	288,68	30	Trifásicaequilibrada

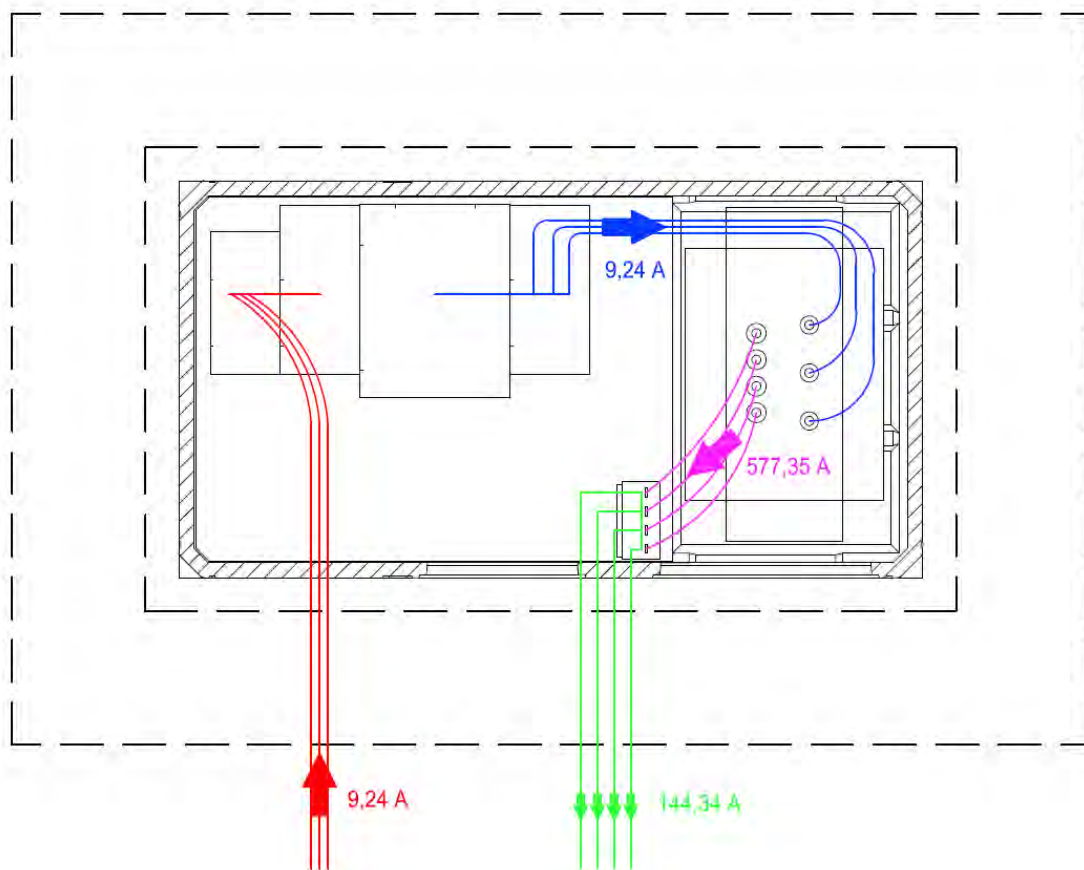
(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima que circulará por la línea que será la máxima del transformador.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador 800kVA.

El estado de carga considerado supone el transformador entregando su máxima potencia. En el lado de 15kV, la línea 1 aporta su potencia máxima, que en este caso es la máxima del transformador, ya que solo existe una línea.

En el lado de BT, la potencia aportada por el transformador se reparte equitativamente por las cuatro líneas a las que alimenta.





**Fig. 4 Intensidades para cálculo de campo magnético.**

## Resultados

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual del centro de transformación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro de transformación (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Se han presentado los resultados del campo magnético en el exterior de la pared del centro de transformación, a una distancia de 0,2 m del mismo, según las líneas de cálculo de la figura 5.

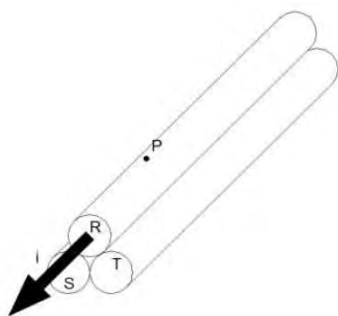
Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de cercana al cuadro de BT, siendo de 58,46  $\mu$ T.

### 15.8.6. Campo magnético generado por un cable de media tensión

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por el cableado unipolares de 240 mm<sup>2</sup>, de 3x1x240 mm<sup>2</sup>.

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Media Tensión, discurriendo por el conjunto 3 cables (3x1x240 mm) la intensidad máxima admitida, es decir 36,49 Amperios.

Se considera que la envolvente del cable unipolar tiene un diámetro de 30 mm:



El campo magnético generado en el Punto P, será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_p = \sum B_{p,i} = B_{p,r} + B_{p,s} + B_{p,t}$$

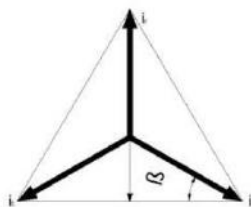
Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{p,r} = \mu \frac{iR}{2\pi r}$$

$$B_{p,s} = \mu \frac{iS}{2\pi d}$$

$$B_{p,t} = \mu \frac{iT}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:



Por lo que teniendo en cuenta que  $\beta=30^\circ$ :

$$is = it = -ir \cdot \text{sen}30 = -ir/2$$

Por otro lado, teniendo en cuenta la distancia d, entre el centro de las fases es de 30 mm, la distancia entre P y el centro de las fases S y T es de 43,78 mm, y que la permeabilidad magnética del aire es similar a la del vacío ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$ ) y sustituyendo se obtiene:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

$$B_{p,r} = \mu \frac{iR}{2\pi r} = 63,0370 \mu T$$

$$B_{p,s} = \mu \frac{iS}{2\pi d} = -10,8137 \mu T$$

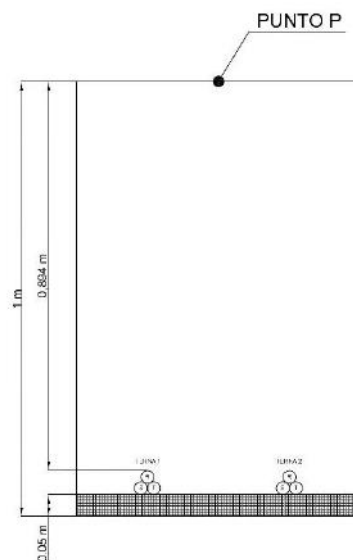
$$B_{p,t} = \mu \frac{iT}{2\pi d} = -10,8137 \mu T$$

Realizando el sumatorio tenemos un valor en el borde del cable de  $41,4094 \mu T$ .

Sin embargo, debemos tener en cuenta que las ternas de dichos cableados están albergadas en el interior de una zanja, cubiertos por una envolvente de protección de los conductores.

Por ello, debemos tener en cuenta que, con respecto al exterior, existe una distancia al punto P de medición. Si consideramos que el alojamiento de los cables tiene una profundidad de 0,95 m, y la altura de la terna es de 5,6 cms, existe una distancia de la parte alta de la terna al exterior de 94,4 cms. Es decir, el punto P está situado a 94,4 cms de la parte alta de las ternas.

Del mismo modo, debemos considerar la existencia de 2 ternas, que componen los 6 cables unipolares de 240 mm<sup>2</sup>.



Con todo ello, se obtienen los siguientes resultados:

Terna	Fase	Distancia a P(mm)	B(μT)
1	R	908,7	31,4055
	S	937,0	-5,0456
	T	931,8	5,0738
2	R	908,7	31,405
	S	931,8	-5,0738
	T	937,0	5,0456
<b>CAMPO MAGNETICO TOTAL</b>			<b>63,46</b>



Por lo que se obtiene que el campo magnético total es menor de los  $100 \mu T$ , límite fijado por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

En general, las instalaciones eléctricas funcionan a baja frecuencia (50 Hz), situándose la emisión de campos electromagnéticos dentro de los límites establecidos.

### 15.9. Medida de la energía eléctrica

El conjunto, que se instalará en el interior del PFU-7 en armario de poliéster, consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación que permita la sustitución del contador sin cortes de suministro e incluirá con medición de:

- Energía activa (kVA)
- Energía reactiva (kVAr)
- Discriminación horaria (h)
- Máxímetro.

Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos. La alimentación de los contadores se realizará con cable de  $6\text{mm}^2$ .

El contador a instalar será de la marca CIRCUITOR y de tipo CONTADOR TRIFASICO MULTIFUNCION CIRWATT B 500 con opciones de comunicación RS-232 o 485 (radio), Ethernet, modem GSM o RTC y PLC. Podrá instalarse otro de características similares.

Los equipos de medida estarán constituidos por los siguientes elementos:

- 3 Transformadores de intensidad.
- 3 Transformadores de tensión.
- 1 contador/registrador.
- 1 módem externo. Se aceptará interno si su sustitución, en caso de avería, no supone rotura de precintos ni afecta a la medida.
- 1 regleta de verificación que permita la verificación y/o sustitución del contador, sin cortar la alimentación del suministro.
- 1 armario de medida o módulos de doble aislamiento ubicado en el exterior de la caseta prefabricada
- 1 base Schuko, un interruptor magnetotérmico y un relé diferencial para la conexión de comunicaciones remotas.
- Conjunto de conductores de unión entre los secundarios de los transformadores de medida y el contador.



### 15.9.1. Regleta de verificación:

Cumplirán lo estipulado en la norma UNE 201011, serán de alta seguridad y sus funciones son las siguientes:

- Realizar tomas adecuadas para los aparatos de comprobación, con el fin de verificar el contaje de la energía consumida y otros parámetros (intensidad, tensión, etc.).
- Abrir los circuitos de tensión y cortocircuitar los circuitos de intensidad para poder intervenir sin peligro, (montar, desmontar, etc., los contadores y demás elementos de control del equipo de medida).
- Impedir que se puedan cortocircuitar las intensidades del lado contador. Para ello debe incorporar separadores que sólo dejen poner los puentes del lado transformador. Todas las regletas deben disponer de 3 puentes originales del fabricante para llevar a cabo correctamente dicha operación.

La regleta de verificación estará alojada en la misma envolvente que contenga al contador y protegida por una tapa precintable que impida la manipulación de sus bornas y que sea IP20; dicha tapa será de material transparente, no propagador de la llama ni del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos. La formación de la regleta será según la normativa de la compañía distribuidora y cumpliendo lo siguiente:

- Las bornas serán seccionables, con capacidad para la conexión de conductores de Cu de hasta 10 mm<sup>2</sup> de sección y fijadas de tal manera que se impida el giro o desplazamiento durante la intervención sobre las mismas.
- Cuando las regletas dispongan de puentes para el cortocircuitado de los circuitos secundarios de intensidad, éstas estarán diseñadas de forma que se impida la conexión del puente en las bornas de la regleta lado contador.
- El paso de las bornas será de 10 mm, como mínimo.
- La tensión nominal de aislamiento será  $\geq 2$  kV.
- La regleta irá acompañada de su esquema de composición e instrucciones de uso, indicando claramente los bornes correspondientes a la tensión, entradas y salidas de intensidad y rotulación de fases.

### 15.10. Elementos de seguridad y señalización.

Como elementos de protección y seguridad dentro del centro de seccionamiento, se debe contar con los siguientes medios de protección:

- Armario de primeros auxilios con placa indicadora.
- Par de guantes aislantes, 30 kv con funda y armario.
- Pértiga de 1,5 m y 30 kV.

- Banquilla aislante de 30 kV.
- Extintor portátil eficacia 113B (mínima)
- Punto de alumbrado de emergencia.
- Placas de peligro de muerte.
- Placa con las 5 reglas de oro.
- Las puertas de acceso llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4-10, modelo CE-14.
- En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4-10, modelo AE-10.

### **15.11. Red de Tierras**

Se dispondrán dos instalaciones de puesta a tierra independientes entre sí, una puesta a tierra de protección (masas) y otra puesta a tierra de servicios (neutro de baja tensión), en caso de existir neutro.

Las dos tierras deberán ser eléctricamente independientes entre sí, de esta forma se evitan posibles accidentes producidos por el paso de tensiones elevadas de unas partes de la instalación a otras, lo que podría suceder si solamente se hiciera una tierra común para todo.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren la perfecta unión. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Asimismo, estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

#### **15.11.1. Puesta a tierra de las masas.**

Las masas de Alta y Baja tensión, las pantallas metálicas de los cables, enrejados de protección, armaduras metálicas interiores y cuba del transformador, se conectarán a una instalación o electrodo de pat.

Con objeto de independizar la puesta a tierra de las masas con la del neutro de BT, se establece una toma de tierra del neutro de B.T., a una distancia no inferior a 20 m del C.T.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

La línea de tierra, que partirá de la borna de B.T. del neutro del Transformador, se realizará con cable de Cu aislado 0,6/1 kV RV ó DV de 50 mm<sup>2</sup> sección, protegido en su instalación intemperie con tubo de PVC de 32 mm diámetro. Irá alojado en una zanja de 0,8 m de profundidad hasta el electrodo de p.a.t., formado por una o varias picas.

Debido a las características del Centro de Transformación, se toma como configuración del electrodo de puesta **50-30/8/42**.

*“Los cálculos se han realizado con valores de resistividad máxima y unas dimensiones mínimas de configuración de electrodo, lo que nos garantiza su cumplimiento para valores menores de resistividad y electrodos de mayores dimensiones”*

Estos electrodos estarán formados por picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, dispuestas en un rectángulo de 6x3 metros y conectadas mediante un cable de Cu desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, tendido en el fondo de una zanja de 0,80 metros de profundidad.

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

En el piso de la caseta prefabricada existe una superficie equipotencial, que se conectará como mínimo en dos puntas preferentemente opuestas a la p.a.t. de protección del centro.

Una vez conectada la red de puesta a tierra, el valor de esta debe ser inferior a 37 Ω.

Dando cumplimiento a la MIE RAT-13 y según el método de cálculo descrito por las Normas UNESA para Centros de Transformación de tercera categoría, se adjuntan cálculos justificativos de puestas a tierra.

#### **15.11.2. Puesta a tierra del neutro de Baja Tensión.**

Esta instalación cuenta con un sistema de puesta a tierra tipo IT y por lo tanto, no se realiza la puesta a tierra del neutro de BT dado que no cuentan los inversores con dicho elemento.

#### **15.12. Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto**

El valor de las resistencias de puesta a tierra de protección y de servicio será tal que, en caso de defecto a tierra, las tensiones máximas de paso y contacto no alcancen los valores peligrosos considerados en la ITC-RAT 13.

Si esto no fuera posible, se adoptarán medidas de seguridad adicionales tendentes a adecuar dichos valores de las tensiones de paso y contacto en el exterior del CT.

En este caso, la siguiente medida será de carácter obligatorio:

Construir exteriormente al CT una acera perimetral de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona normalmente utilizada para acceder al mismo, que aporte una elevada resistividad superficial incluso después de haber llovido. El armado de la acera perimetral no se conectará a la tierra de protección.

### 15.13. Protecciones

Se dispondrá de un equipo de control con relé multifunción con las siguientes funciones de protección:

Protección de cuba del transformador .....	64
Protección de mínima tensión.....	27
Protección de máxima tensión .....	59
Protección de máxima tensión homopolar .....	59N
Protección de mínima y máxima frecuencia .....	81m/M
Sobreintensidad a tiempo independiente.....	50
Sobreintensidad a tiempo dependiente o tiempo inverso.....	51
Protección de sobreintensidad direccional de tierra .....	67N
Protección contra retorno de potencia.....	32
Protección de Fallo de Interruptor.....	50 S.62
Reenganche .....	79

### 16. SISTEMA DE TELEMANDO

Se instalará un sistema de telemando que consta de los siguientes elementos:

1. La Unidad Compacta de Telemando (UCT) o también denominada “Unidad Periférica” (UP), que está compuesta de:
  - Armario de Control, o Remota
  - Cuadro para transformador de aislamiento 10 kV.
2. Detectores de paso de falta direccionales.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 16.1. Unidad Compacta de Telemando

La Unidad Compacta de Telemando (UCT) o también denominada “Unidad Periférica” (UP) dispone de todos los elementos necesarios para poder realizar el Telemando y Automatización del CT. Incluye las funciones de terminal remoto, comunicaciones, alimentación segura y aislamiento de Baja Tensión.

Las dos funciones principales de la Unidad son:

- La comunicación con el Centro de Control o Despacho, por la cual se reportan todos los eventos e incidencias ocurridas en la instalación y, de igual manera, se reciben las órdenes provenientes del Centro de Control a ejecutar en cada una de las posiciones.
- La captación de la información de campo desde las celdas MT.

Para la UCT las dimensiones máximas son 203x41x229 (altura x anchura x profundidad), aunque una vez incluidos el resto de equipos quedan unas dimensiones finales de:

- 800x600x400 en la solución mural
- 400x850x400 en la solución sobre-celda

El armario de telemando está formado por diferentes módulos o equipos, con anclaje mecánico para rack de 19” dentro de una envolvente metálica. Los módulos son:


- Unidad de procesamiento (UE). Su función es la conexión con las celdas de distribución. Existen 2 versiones, la UE8 que puede conectar con un máximo de 8 interruptores y la UE16 para conectar con un máximo de 16 interruptores.
- Fuente de alimentación/cargador de baterías (PSBC).
- 2 baterías de 12V 25Ah, de tipo monoblock de 12 V y 25 Ah conectadas en serie.
- Modem de comunicaciones.

### 16.2. Detector de paso de falta

El detector paso de falta (RGDAT) engloba diversos elementos:

- Unidad de proceso y control.
- Juego de captadores de tensión/corriente.
- Diversos elementos auxiliares (cables de conexión, etc...).

El equipo monitoriza:

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6VCJLVTW2H">http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6VCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 55116 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Las corrientes de fase y corriente residual, mediante la instalación de transductores de corriente en las líneas MT correspondientes.
- Las tensiones de cada fase (mediante divisores de tensión capacitivos en los paneles de las celdas MT de interior, o bien, integrados en los sensores suministrados para montajes en exterior).

El detector proporciona información sobre eventos de falta en la red (sobreintensidad en fases no direccional, sobreintensidad homopolar no direccional y sobreintensidad homopolar direccional) y ausencia/presencia de tensión, de forma que se facilita la localización de los tramos de línea afectados.

Cada equipo monitoriza una celda de línea MT y se comunica con una de las vías disponibles de la UP correspondiente.

La conexión del RGDAT con la UP y con la propia celda MT se realiza a través de:

- 1 bornero de 8 pines (MA) para conexión con los captadores de tensión/corriente para:
  - Medida de corriente de cada fase y residual.
  - Captación de tensión por cada fase.
- 1 bornero de 10 pines (MB) precableado con la manguera de conexión a la vía correspondiente del armario UP asociado para:
  - Alimentación del equipo RGDAT.
  - Entrada digital para activación de función de inversión de dirección de vigilancia.
  - Salidas digitales de señalización de eventos de falta y presencia tensión.
  - Salida analógica de medida de corriente.

El equipo dispone de un puerto RS232 (9 pines, hembra) para configuración y calibración mediante SW específico. El puerto no es accesible desde el exterior, por lo que es necesario abrir la carcasa metálica del equipo para acceder a la placa electrónica donde se ubica dicho conector.

### 16.3. Comunicaciones

El cuadro de comunicaciones es un espacio diseñado para alojar los elementos de comunicaciones para establecer la comunicación entre el Centro de Control y el CT.

En el compartimento de comunicaciones existen 2 juegos de bornas de alimentación de 24 Vcc y otros 2 juegos de bornas de alimentación de 12 Vcc.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

**EDE instalará**, en función de las características del Centro de Transformación y su ubicación, el sistema de comunicación adecuado, de entre los siguientes:

- TETRA: Radio Digital
- DMR: Radio Digital

En el caso en que las soluciones anteriores no sean viables técnicamente se instalarán soluciones de operador basadas en GPRS o VSAT.

## 17. PROTECCION ANTI-ISLA

En base a las Especificaciones Particulares **NRZ104 Edición 2ª del 09-2018** de EDE, con el fin de evitar el funcionamiento en isla, se instalará un sistema de desconexión a red. Para esta instalación se ha optado por un sistema de protección propio de los inversores a instalar, según modelo y especificaciones del modelo **SG250HX** de **SUNGROW**. Dichas especificaciones se adjuntan al presente documento en el **Anejo II: Especificaciones del Inversor**.

Los **INVERSORES** cumplen con el informe **UNE206007-1 IN** y dado que en la instalación generadora se coloca los sistemas que impiden el vertido de energía a la red de distribución, se deberá acreditar y justificar el correcto funcionamiento del mismo presentando certificado de cumplimiento del informe anterior, emitido por Entidad Certificadora Acreditada.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1YTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO




---

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES**

Con lo expuesto, con los anexos y planos que se adjuntan, se considera suficientemente descrita la instalación a realizar, solicitando las autorizaciones administrativas previstas en la legislación vigente para su instalación y puesta en servicio.

Zaragoza, febrero de 2021

El Ingeniero T. Industrial  
Al servicio de la empresa  
**MAGISTER Ingeniería**



Sergio Espinosa Fernández  
Colgado nº 5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLVTW2H">http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6gVCLLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## DOCUMENTO II

### ANEJOS



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPF5GVCJLTYW2H>

22/2  
2021


Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## ANEJOI:

## CALCULOS JUSTIFICATIVOS



12.- SEPARACIÓN ENTRE LOS S <sup>AS</sup> DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO .....	17
13.- HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	17

	<p>COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLTYW2H">http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLTYW2H</a></p>
<p>22/2 2021</p>	<p>Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO</p>

## CAPITULO I: CÁLCULO ELÉCTRICO

### 1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se trata de justificar que la elección de los conductores Aéreos y Subterráneos, superan las necesidades de la red, en lo que se refiere a caídas de tensión y capacidad de transporte.

#### **Datos Eléctricos de la instalación**

Potencia máxima a transportar: ..... P = 800 KVA

Tensión nominal: ..... U = 15kV

Frecuencia: ..... 50 Hz

Longitud de tramo Aéreo (existente): ..... 140 m

Longitud de tramo subterráneo: ..... 2 x 35 m

#### **Subterráneo: Características del cable RH5Z1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV H16**

Sección total: ..... 240 mm<sup>2</sup>

Intensidad máxima (directamente enterrado): ..... I = 320 A

Conductor: ..... Aluminio

Aislamiento: ..... 12/20 kV

Resistencia eléctrica: ..... 0,161Ω/Km

Reactancia eléctrica ..... 0,106Ω/Km

### 2.- CALCULOS JUSTIFICATIVOS

Los conductores empleados en la línea aéreo-subterráneo en proyecto se justifica basándose en dos factores:

#### **1. Capacidad de transporte por límite térmico**

##### **• Densidad de Corriente Admisible**

La máxima intensidad que puede atravesar el conductor LA-56 existente es de 196 A inferior a la máxima admisible por el conductor subterráneo.

Dada la sección de los conductores y dada la densidad máxima de corriente, tendremos que la intensidad máxima en el conductor aéreo será:

$$\text{Tramo Aéreo: } I = S \cdot \delta = 54,6 \times 1,73 = 94,46 \text{ A} < 196 \text{ A}$$

$$\text{Tramo Subterráneo: } \delta = \frac{94,46}{240} = 0,39 \text{ A/mm}^2 < 1,73 \text{ A/mm}^2$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 2. Caída de tensión

La caída de tensión por Km de línea, considerando una capacidad despreciable, viene dada por la expresión:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Siendo:

e = Caída de tensión, en voltios por Km

I = Intensidad de corriente, en amperios.

R = Resistencia por fase Ohm por Km

X = Reactancia por fase Ohm por Km

$\varphi$  = Angulo de desfase.

En este caso:

Tramo Subterráneo:

$$e = \sqrt{3} \cdot 30,82 \cdot (0,125 \cdot 0,8 + 0,106 \cdot 0,6) = 8,18V / Km (0,006\%)$$

Que se considera despreciable.

De los cálculos expuestos se deduce que el tipo de conductores elegidos son válidos para las necesidades de la instalación, cumpliendo con todas las condiciones exigidas tanto en lo que concierne a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de potencia.

## 3. Intensidades de cortocircuito

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

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

donde:

S<sub>cc</sub> potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U<sub>p</sub> tensión de servicio [kV]

I<sub>ccp</sub> corriente de cortocircuito [kA]

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{519}{\sqrt{3} \cdot 15} = 20 \text{ kA}$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Según catálogo de fabricante, el conductor seleccionado soporta una solicitud térmica a cortocircuito de hasta 22,6 kA durante 1 seg.

#### 4. Puentes Media Tensión

##### Máxima Intensidad

Para una potencia a transportar de 800 kVA, por circuito, la Intensidad máxima en el conductor es de:  $I_{\max} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 15} = 30,82 \text{ A}$ . inferior al valor máximo admisible por el cable seleccionado RHZ1 unipolar de 3x1x95 mm<sup>2</sup> Al ( $I_{\text{admisible}} = 205 \text{ A}$ ).

El conductor queda protegido mediante la Celda de protección de trafo y relés de protección instalados en el edificio prefabricado.

#### 5. Puentes Baja Tensión

##### Máxima Intensidad

Se justifica el puente previsto para el caso de transformador de 800 KVA con secundario B2 (800 V), que según justificaremos a continuación está formado por DOS ternas en 800V.

Aplicando la fórmula anterior se obtiene la intensidad máxima por cada conductor:

$$I_n = \frac{800}{2\sqrt{3} \cdot 0,8} = 289 \text{ A}$$

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm<sup>2</sup>AL con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ( $I_{\text{máx}}$ ) es de 420 A.

La intensidad admisible ( $I_{\text{adm}}$ ) se calculará a partir de la máxima admisible aplicándole los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07):

Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50° C, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser  $f_1 = 0,90$  (Tabla 13).

Así pues, la intensidad admisible de cada conductor del puente será:

$$I_{\text{adm}} = I_{\text{máx}} \cdot f_1 \cdot f_2 = 420 \cdot 0,9 = 378 \text{ A} > 289 \text{ A}$$

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la máxima o nominal, por lo que se concluye que el puente está adecuadamente dimensionado.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=dlKKP5gVCLJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



## Intensidades de cortocircuito

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

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

donde:

P potencia de transformador [kVA]

Ecc tensión de cortocircuito del transformador [%]

Us tensión en el secundario [V]

Iccs corriente de cortocircuito [kA]

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 800}{\sqrt{3} \cdot 5,5 \cdot 800} = 10,50 < 93kA$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPF5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

**CAPITULO II: PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO**

## **6.- INTRODUCCIÓN**

El cálculo de la instalación de puesta a tierra del CS se realizará según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de seccionamiento conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

## **7.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

### **1. Puesta a tierra de protección**

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de AT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

### **2. Puesta a tierra de servicio**

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a  $37 \Omega$ . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un abonado, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a  $24 \text{ V} (37 \times 0.65 \cong 24)$ .

### **3. Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio**

Aunque no se contempla específicamente en el presente Proyecto Tipo, la reglamentación vigente permite la utilización de un único sistema de puesta a tierra de protección y servicio para el CS siempre y cuando se verifique que la tensión de defecto a tierra sea inferior a 1000 V.

## **8.- DATOS INICIALES**

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U Tensión de servicio de la red (V).
- $V_{bt}$  Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).
- $\rho$  Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot \text{m}$ ).



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiara.gon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

a y b Dimensiones exteriores (ancho y largo) del local en planta (m).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

$I_a'$  Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).

$t'$  Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).

$K', n'$  Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Reenganche rápido (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

$I_a''$  Intensidad de arranque del relé de reenganche rápido (A);

$t''$  Relé de reenganche a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s);

$K'', n''$  Relé de reenganche a tiempo dependiente. Constantes del relé.

Para el caso de red con neutro aislado:

$C_a$  Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_a=0,006 \mu\text{F}/\text{Km}$ .

$L_a$  Longitud total de las líneas aéreas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).

$C_c$  Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_c=0,25 \mu\text{F}/\text{Km}$ .

$L_c$  Longitud total de las líneas subterráneas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).

$\omega$  Pulsación de la corriente ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$ ).

Para el caso de red con neutro a tierra:

$R_n$  Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

$X_n$  Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

## 9.- RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 16 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:



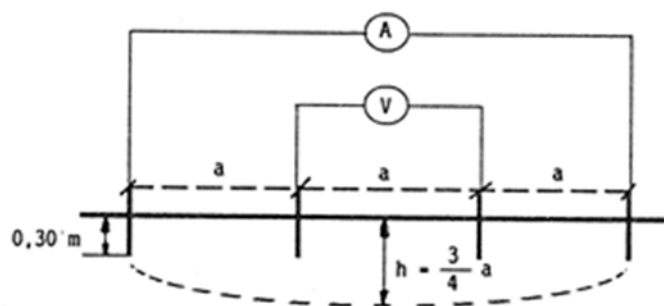
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Naturaleza del terreno	Resistividad ( $\Omega\cdot m$ )
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se opte por realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda realizar ésta según el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias ( $a$ ) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.



**Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.**

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CS ( $h$ ), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que una las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot V}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{V}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

- $\rho_h$  Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ( $\Omega \cdot m$ ).
- r Lectura del equipo de medida ( $\Omega$ ).
- a Interdistancia entre picas en la medida (m).

## 10.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

### 1. **Determinación de la intensidad de defecto**

El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

### 2. **Neutro aislado**

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, directamente proporcional a la longitud de la red, la cual se va ampliando con el transcurso del tiempo.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

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

en la que:

- $I_d$  Intensidad máxima de defecto a tierra del CS (A).
- $R_t$  Resistencia de la puesta a tierra de protección del CS ( $\Omega$ ).



El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 3. Esto mismo es aplicable para el resto de apartados del presente documento.

### 3. Neutro a tierra

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Ello supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

### 4. Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar que:

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

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del CS la podemos calcular por la expresión:

$$R_t = \frac{V_{bt}}{I_d}$$

### 5. Selección del electrodo

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma y dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla que sigue, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLJTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Placa enterrada profunda -	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$
Placa enterrada superficial -	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$
Pica vertical -	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente -	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra -	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en  $\Omega$
- $\rho$  Resistividad del terreno de  $\Omega \cdot m$ .
- P Perímetro de la placa en metros.
- L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
- r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo presentadas en las tablas del Anexo 2 del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación” de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

#### Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

#### Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- B Número de picas.
- C Longitud de las picas (m).





Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma y dimensiones exteriores de la planta del CS y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo ( $K_r$ ) debe verificar:

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

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método UNESA sus parámetros característicos:

- $K_r$  Valor unitario de la resistencia ( $\Omega/\Omega \cdot m$ )
- $K_p$  Valor unitario de la tensión de paso exterior ( $V/\Omega \cdot m \cdot A$ )
- $K_c$  Valor unitario de la tensión de contacto exterior y paso en el acceso al CS ( $V/\Omega \cdot m \cdot A$ )

**6. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.**

En este punto podremos calcular los valores de la resistencia de puesta a tierra ( $R_t'$ ), intensidad de defecto ( $I_d'$ ) y tensión de defecto ( $V_d'$ ) del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra:

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto:

$$I_d' = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}} \text{ (neutro aislado)}$$

Tensión de defecto:

$$V_d' = R_t' \cdot I_d'$$

La tensión de paso en el exterior ( $V_p'$ ) y la tensión de paso en el acceso al CS ( $V_{p(acc)'}'$ ) se calcularán mediante las fórmulas siguientes:


Tensión de paso en el exterior:

$$V_p' = K_p \cdot \rho \cdot I_d'$$

Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V_{p(acc)'} = K_c \cdot \rho \cdot I_d'$$

Al existir un mallazo equipotencial conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior.

<b>COGITIAR</b>	
	
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN	
VISADO : VIZA210833	
<a href="http://cogitiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLVTW2H">http://cogitiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLVTW2H</a>	
22/2 2021	Habilitación Coleg. 55116 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 7. Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas que alimentan los CS disponen de los dispositivos necesarios para que, cuando se produce un defecto a tierra, éste se elimine mediante la apertura de un interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

### Relés a tiempo independiente:

En estos, el tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte.$$

### Relés a tiempo dependiente:

En estos, el tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K'}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^{n'} - 1}$$

En la tabla siguiente se dan valores de la constante ( $K'$ ) del relé para los tres tipos de curva ( $n'$ ) más utilizadas:

Normal inversa ( $n'=0,02$ )	Muy inversa ( $n'=1$ )	Extremadamente inversa ( $n'=2$ )
0,014	1,35	8
0,028	2,70	16
0,042	4,05	24
0,056	5,40	32
0,070	6,70	40
0,084	8,10	48
0,098	9,45	56
0,112	10,80	64
0,126	12,15	72
0,140	13,50	80

En el caso de que exista reenganche rápido (en menos de 0,5 segundos), el tiempo de actuación del relé de reenganche será:

### Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$



Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K''}{\left(\frac{I_d'}{I_a''}\right)^n - 1}$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

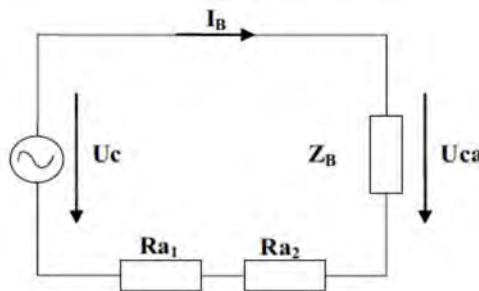
$$t = t' + t''$$

### 8. Valores máximos de tensión admisibles

Según lo indicado en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación,  $U_c$  y  $U_p$ , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

- $U_{ca}$  Tensión de contacto aplicada admisible
- $U_{pa}$  Tensión de paso aplicada admisible ( $U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ )
- $Z_B$  Impedancia del cuerpo humano (se considera  $1.000 \Omega$ )

$I_B$	Corriente a través del cuerpo
$U_c$	Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
$U_p$	Tensión de paso máxima admisible en la instalación
$R_{a1}$	Resistencia adicionales (calzado)
$R_{a2}$	Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación,  $U_c$  y  $U_p$ , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$U_c = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 6 \rho_s}{1000} \right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de  $1.000 \Omega$
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de  $200 \text{ mm}^2$  de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de  $250 \text{ N}$ , lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de  $3 \cdot \rho_s$ , donde  $\rho_s$  es la resistividad del terreno.
- Según cada caso,  $R_{a1}$  es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de  $2.000 \Omega$  para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

## 9. Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas

### Tensiones de paso y contacto en el interior del CS

La solera del CS estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, o bien recubierta con un pavimento aislante, por tanto no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente nulas.



## Tensión de contacto en el exterior del CS

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CS no tendrán contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto o avería, por lo que podremos obviar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

## Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CS

La tensión de paso en el exterior del CS debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$V_p' \leq V_p$$

La tensión de paso en el acceso al CS debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$V_{p(\text{acc})}' \leq V_{p(\text{acc})}$$

## Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CS:

$$V_d' \leq V_{bt}$$

### 10. Corrección y ajuste del diseño inicial

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones del apartado 5.7, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá  $R_t'$ , y en consecuencia los valores de  $V_p'$  y  $V_{p(\text{acc})}'$ .

## 11.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los abonados, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de la puesta a tierra de servicio de  $37 \Omega$ .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K_r' = \frac{37}{\rho}$$



Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (Anexo 2 del Método UNESA) de manera que su valor unitario de resistencia ( $K_r''$ ) cumpla la condición:

$$K_r'' \leq K_r'$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT ( $R_{bt}'$ ) es menor de  $37 \Omega$ :

$$R_{bt}' = K_r'' \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

## **12.- SEPARACIÓN ENTRE LOS S<sup>as</sup> DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO**

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio se calcula mediante la fórmula:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{\rho \cdot I_d}{6283}$$

## **13.- HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

En la práctica, para un determinado CS en proyecto, los datos de partida, los electrodos seleccionados, los resultados obtenidos de los cálculos y la comprobación con los valores máximos admisibles, se recogen en unas hojas de cálculo, cuyos formatos se adjuntan a continuación según sea el sistema de puesta a tierra del neutro de la red.





COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coiitaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO


**HOJA DE CÁLCULO DE LA**  
**INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

**NEUTRO AISLADO**





12.- SEPARACIÓN ENTRE LOS S <sup>AS</sup> DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO .....	17
13.- HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	17

	
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLTYW2H">http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLTYW2H</a>	
22/2 2021	
Profesional	Habilitación Coleg: 5516 ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## CAPITULO I: CÁLCULO ELÉCTRICO

### 1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se trata de justificar que la elección de los conductores Aéreos y Subterráneos, superan las necesidades de la red, en lo que se refiere a caídas de tensión y capacidad de transporte.

#### **Datos Eléctricos de la instalación**

Potencia máxima a transportar: ..... P = 800 KVA

Tensión nominal: ..... U = 15kV

Frecuencia: ..... 50 Hz

Longitud de tramo Aéreo (existente): ..... 140 m

Longitud de tramo subterráneo: ..... 2 x 35 m

#### **Subterráneo: Características del cable RH5Z1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV H16**

Sección total: ..... 240 mm<sup>2</sup>

Intensidad máxima (directamente enterrado): ..... I = 320 A

Conductor: ..... Aluminio

Aislamiento: ..... 12/20 kV

Resistencia eléctrica: ..... 0,161Ω/Km

Reactancia eléctrica ..... 0,106Ω/Km

### 2.- CALCULOS JUSTIFICATIVOS

Los conductores empleados en la línea aéreo-subterráneo en proyecto se justifica basándose en dos factores:

#### **1. Capacidad de transporte por límite térmico**

##### **• Densidad de Corriente Admisible**

La máxima intensidad que puede atravesar el conductor LA-56 existente es de 196 A inferior a la máxima admisible por el conductor subterráneo.

Dada la sección de los conductores y dada la densidad máxima de corriente, tendremos que la intensidad máxima en el conductor aéreo será:

$$\text{Tramo Aéreo: } I = S \cdot \delta = 54,6 \times 1,73 = 94,46 \text{ A} < 196 \text{ A}$$

$$\text{Tramo Subterráneo: } \delta = \frac{94,46}{240} = 0,39 \text{ A/mm}^2 < 1,73 \text{ A/mm}^2$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 2. Caída de tensión

La caída de tensión por Km de línea, considerando una capacidad despreciable, viene dada por la expresión:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Siendo:

e = Caída de tensión, en voltios por Km

I = Intensidad de corriente, en amperios.

R = Resistencia por fase Ohm por Km

X = Reactancia por fase Ohm por Km

$\varphi$  = Angulo de desfase.

En este caso:

Tramo Subterráneo:

$$e = \sqrt{3} \cdot 30,82 \cdot (0,125 \cdot 0,8 + 0,106 \cdot 0,6) = 8,18V / Km (0,006\%)$$

Que se considera despreciable.

De los cálculos expuestos se deduce que el tipo de conductores elegidos son válidos para las necesidades de la instalación, cumpliendo con todas las condiciones exigidas tanto en lo que concierne a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de potencia.

## 3. Intensidades de cortocircuito

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

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

donde:

S<sub>cc</sub> potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U<sub>p</sub> tensión de servicio [kV]

I<sub>ccp</sub> corriente de cortocircuito [kA]

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{519}{\sqrt{3} \cdot 15} = 20 \text{ kA}$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Según catálogo de fabricante, el conductor seleccionado soporta una solicitud térmica a cortocircuito de hasta 22,6 kA durante 1 seg.

#### 4. Puentes Media Tensión

##### Máxima Intensidad

Para una potencia a transportar de 800 kVA, por circuito, la Intensidad máxima en el conductor es de:  $I_{\max} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 15} = 30,82 \text{ A}$ . inferior al valor máximo admisible por el cable seleccionado RHZ1 unipolar de 3x1x95 mm<sup>2</sup> Al ( $I_{\text{admisible}} = 205 \text{ A}$ ).

El conductor queda protegido mediante la Celda de protección de trafo y relés de protección instalados en el edificio prefabricado.

#### 5. Puentes Baja Tensión

##### Máxima Intensidad

Se justifica el puente previsto para el caso de transformador de 800 KVA con secundario B2 (800 V), que según justificaremos a continuación está formado por DOS ternas en 800V.

Aplicando la fórmula anterior se obtiene la intensidad máxima por cada conductor:

$$I_n = \frac{800}{2\sqrt{3} \cdot 0,8} = 289 \text{ A}$$

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm<sup>2</sup>AL con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ( $I_{\text{máx}}$ ) es de 420 A.

La intensidad admisible ( $I_{\text{adm}}$ ) se calculará a partir de la máxima admisible aplicándole los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07):

Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50° C, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser  $f_1 = 0,90$  (Tabla 13).

Así pues, la intensidad admisible de cada conductor del puente será:

$$I_{\text{adm}} = I_{\text{máx}} \cdot f_1 \cdot f_2 = 420 \cdot 0,9 = 378 \text{ A} > 289 \text{ A}$$

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la máxima o nominal, por lo que se concluye que el puente está adecuadamente dimensionado.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=dlKKP5gVCLJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## Intensidades de cortocircuito

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

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

donde:

P potencia de transformador [kVA]

E<sub>cc</sub> tensión de cortocircuito del transformador [%]

U<sub>s</sub> tensión en el secundario [V]

I<sub>ccs</sub> corriente de cortocircuito [kA]

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 800}{\sqrt{3} \cdot 5,5 \cdot 800} = 10,50 < 93kA$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

**CAPITULO II: PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO**

## **6.- INTRODUCCIÓN**

El cálculo de la instalación de puesta a tierra del CS se realizará según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de seccionamiento conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

## **7.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

### **1. Puesta a tierra de protección**

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de AT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

### **2. Puesta a tierra de servicio**

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a  $37 \Omega$ . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un abonado, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a  $24 \text{ V} (37 \times 0.65 \cong 24)$ .

### **3. Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio**

Aunque no se contempla específicamente en el presente Proyecto Tipo, la reglamentación vigente permite la utilización de un único sistema de puesta a tierra de protección y servicio para el CS siempre y cuando se verifique que la tensión de defecto a tierra sea inferior a 1000 V.

## **8.- DATOS INICIALES**

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U Tensión de servicio de la red (V).
- $V_{bt}$  Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).
- $\rho$  Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot \text{m}$ ).



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

a y b Dimensiones exteriores (ancho y largo) del local en planta (m).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

$I_a'$  Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).

$t'$  Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).

$K', n'$  Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Reenganche rápido (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

$I_a''$  Intensidad de arranque del relé de reenganche rápido (A);

$t''$  Relé de reenganche a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s);

$K'', n''$  Relé de reenganche a tiempo dependiente. Constantes del relé.

Para el caso de red con neutro aislado:

$C_a$  Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_a=0,006 \mu\text{F}/\text{Km}$ .

$L_a$  Longitud total de las líneas aéreas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).

$C_c$  Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_c=0,25 \mu\text{F}/\text{Km}$ .

$L_c$  Longitud total de las líneas subterráneas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).

$\omega$  Pulsación de la corriente ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$ ).

Para el caso de red con neutro a tierra:

$R_n$  Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

$X_n$  Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

## 9.- RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 16 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLTYW2H>

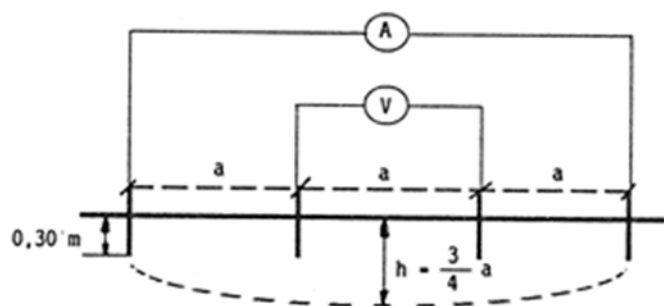
22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



Naturaleza del terreno	Resistividad ( $\Omega\cdot m$ )
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se opte por realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda realizar ésta según el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias ( $a$ ) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.



**Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.**

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CS ( $h$ ), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que una las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot V}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{V}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

- $\rho_h$  Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ( $\Omega \cdot m$ ).
- r Lectura del equipo de medida ( $\Omega$ ).
- a Interdistancia entre picas en la medida (m).

## 10.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

### 1. **Determinación de la intensidad de defecto**

El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

### 2. **Neutro aislado**

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, directamente proporcional a la longitud de la red, la cual se va ampliando con el transcurso del tiempo.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

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

en la que:

- $I_d$  Intensidad máxima de defecto a tierra del CS (A).
- $R_t$  Resistencia de la puesta a tierra de protección del CS ( $\Omega$ ).



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 3. Esto mismo es aplicable para el resto de apartados del presente documento.

### 3. Neutro a tierra

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Ello supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

### 4. Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar que:

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

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del CS la podemos calcular por la expresión:

$$R_t = \frac{V_{bt}}{I_d}$$

### 5. Selección del electrodo

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma y dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla que sigue, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Placa enterrada profunda -	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$
Placa enterrada superficial -	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$
Pica vertical -	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente -	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra -	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en  $\Omega$   

$\rho$  Resistividad del terreno de  $\Omega \cdot m$ .  
P Perímetro de la placa en metros.  
L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.  
r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo presentadas en las tablas del Anexo 2 del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación” de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

#### Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).  
B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).  
C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).  
D Número de picas.  
E Longitud de las picas (m).

#### Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).  
B Número de picas.  
C Longitud de las picas (m).



Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma y dimensiones exteriores de la planta del CS y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo ( $K_r$ ) debe verificar:

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

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método UNESA sus parámetros característicos:

- $K_r$  Valor unitario de la resistencia ( $\Omega/\Omega \cdot m$ )
- $K_p$  Valor unitario de la tensión de paso exterior ( $V/\Omega \cdot m \cdot A$ )
- $K_c$  Valor unitario de la tensión de contacto exterior y paso en el acceso al CS ( $V/\Omega \cdot m \cdot A$ )

**6. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.**

En este punto podremos calcular los valores de la resistencia de puesta a tierra ( $R_t'$ ), intensidad de defecto ( $I_d'$ ) y tensión de defecto ( $V_d'$ ) del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra:

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto:

$$I_d' = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}} \text{ (neutro aislado)}$$

Tensión de defecto:

$$V_d' = R_t' \cdot I_d'$$

La tensión de paso en el exterior ( $V_p'$ ) y la tensión de paso en el acceso al CS ( $V_{p(acc)'}'$ ) se calcularán mediante las fórmulas siguientes:


Tensión de paso en el exterior:

$$V_p' = K_p \cdot \rho \cdot I_d'$$

Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V_{p(acc)'} = K_c \cdot \rho \cdot I_d'$$

Al existir un mallazo equipotencial conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior.

<b>COGITIAR</b>	
	
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN	
VISADO : VIZA210833	
<a href="http://cogitiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLVTW2H">http://cogitiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLVTW2H</a>	
22/2 2021	Habilitación Coleg. 55116 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 7. Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas que alimentan los CS disponen de los dispositivos necesarios para que, cuando se produce un defecto a tierra, éste se elimine mediante la apertura de un interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

### Relés a tiempo independiente:

En estos, el tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte.$$

### Relés a tiempo dependiente:

En estos, el tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K'}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^{n'} - 1}$$

En la tabla siguiente se dan valores de la constante ( $K'$ ) del relé para los tres tipos de curva ( $n'$ ) más utilizadas:

Normal inversa ( $n'=0,02$ )	Muy inversa ( $n'=1$ )	Extremadamente inversa ( $n'=2$ )
0,014	1,35	8
0,028	2,70	16
0,042	4,05	24
0,056	5,40	32
0,070	6,70	40
0,084	8,10	48
0,098	9,45	56
0,112	10,80	64
0,126	12,15	72
0,140	13,50	80

En el caso de que exista reenganche rápido (en menos de 0,5 segundos), el tiempo de actuación del relé de reenganche será:

### Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$



Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K''}{\left(\frac{I_d'}{I_a''}\right)^n - 1}$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

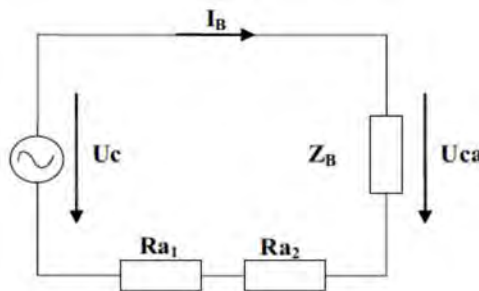
$$t = t' + t''$$

### 8. Valores máximos de tensión admisibles

Según lo indicado en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación,  $U_c$  y  $U_p$ , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

- $U_{ca}$  Tensión de contacto aplicada admisible
- $U_{pa}$  Tensión de paso aplicada admisible ( $U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ )
- $Z_B$  Impedancia del cuerpo humano (se considera  $1.000 \Omega$ )



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

$I_B$	Corriente a través del cuerpo
$U_c$	Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
$U_p$	Tensión de paso máxima admisible en la instalación
$R_{a1}$	Resistencia adicionales (calzado)
$R_{a2}$	Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación,  $U_c$  y  $U_p$ , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$U_c = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 6 \rho_s}{1000} \right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de  $1.000 \Omega$
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de  $200 \text{ mm}^2$  de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de  $250 \text{ N}$ , lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de  $3 \cdot \rho_s$ , donde  $\rho_s$  es la resistividad del terreno.
- Según cada caso,  $R_{a1}$  es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de  $2.000 \Omega$  para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

## 9. Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas

### Tensiones de paso y contacto en el interior del CS

La solera del CS estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, o bien recubierta con un pavimento aislante, por tanto no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente nulas.





## Tensión de contacto en el exterior del CS

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CS no tendrán contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto o avería, por lo que podremos obviar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

## Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CS

La tensión de paso en el exterior del CS debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$V_p' \leq V_p$$

La tensión de paso en el acceso al CS debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$V_{p(\text{acc})}' \leq V_{p(\text{acc})}$$

## Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CS:

$$V_d' \leq V_{bt}$$

### 10. Corrección y ajuste del diseño inicial

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones del apartado 5.7, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá  $R_t'$ , y en consecuencia los valores de  $V_p'$  y  $V_{p(\text{acc})}'$ .

## 11.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los abonados, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de la puesta a tierra de servicio de  $37 \Omega$ .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K_r' = \frac{37}{\rho}$$



Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (Anexo 2 del Método UNESA) de manera que su valor unitario de resistencia ( $K_r''$ ) cumpla la condición:

$$K_r'' \leq K_r'$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT ( $R_{bt}'$ ) es menor de  $37 \Omega$ :

$$R_{bt}' = K_r'' \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

## **12.- SEPARACIÓN ENTRE LOS S<sup>as</sup> DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO**

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio se calcula mediante la fórmula:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{\rho \cdot I_d}{6283}$$

## **13.- HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

En la práctica, para un determinado CS en proyecto, los datos de partida, los electrodos seleccionados, los resultados obtenidos de los cálculos y la comprobación con los valores máximos admisibles, se recogen en unas hojas de cálculo, cuyos formatos se adjuntan a continuación según sea el sistema de puesta a tierra del neutro de la red.





COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

**HOJA DE CÁLCULO DE LA**  
**INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

**NEUTRO AISLADO**

0.- REFERENCIA DEL CT

\* Código

\* Población

1.- DATOS DE PARTIDA

\* Tensión de servicio U = 15.000 V

\*.Red Aérea  
- Longitud Total  Km

- Capacidad  uF/Km

\* Red subterránea  
- Longitud Total  Km

- Capacidad  uF/Km

\* Duración de la falta

Desconexión inicial

Relé a tiempo independiente t' = >  s

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

Intensidad de arranque I'a =

Reenganche en menos de 0,5 segundos

Relé a tiempo independiente t'' =

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

Intensidad de arranque I''a =

\* Nivel de aislamiento de las instalaciones de B.T. del CT Vbt =  V

\* Red subterránea de A.T. de suficiente conductibilidad


NO

SI (ver justificación en apartado 7)

- Superficie del círculo de igual área que la cubierta por la malla Sm =

- Longitud total de los cables existentes en la malla con cubierta conductora L =

- Longitud total de las picas verticales incluidas en la malla L' =


  
 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
   
 INDUSTRIALES DE ARRAGON
   
 VISADO : VIZA210833
   
 http://cogitarang.com/Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPSGVCJLTYW2H
   
 22/2
   
 2021
   
 Habilitación Coleg. 5546
   
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



\* Picas alineadas

Si Separación entre picas  m

NO

\* Sección del conductor de cobre desnudo

mm<sup>2</sup>

\* Profundidad del electrodo horizontal

0,5 m

0,8 m

\* Numero de picas

0

2

3

4

6

8

\* Longitud de las picas Lp (m)

2

4

6

8

\* Electrodo seleccionado (indicar código de la configuración)

- Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia

Kr =  Ω/Ω\*m

De la tensión de paso

Kp =  V/(Ω\*m)

De la tensión de contacto exterior

Kc =  V/(Ω\*m)

4.3.- Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

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

4.3.1.- CT Interior

- a  Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías
- b  En el piso del CT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra del CT
- c  Empleo de pavimentos aislantes
- d  Otras

4.3.2.- CT sobre apoyo

- a  Se colocará un mallazo que sobresalga 1 m en todas las direcciones respecto a la base del apoyo, que se conectará a la tierra de protección, cubriéndolo luego con una capa de hormigón de 10 cm de espesor
- b  Empleo de pavimentos aislantes
- c  Otras



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
http://coltaran.gob.es/Visado/verValidacion.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5546  
Profesional PINOSA FERNANDEZ, SERGIO

4.4. - Valores de resistencia de puesta a tierra (R't), intensidad de defecto (I'd) y tensiones de paso (V'p y V'p(acc) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno medida (ρ)

\* Resistencia de puesta a tierra (R't<=Rt)

$$R't = K_r * \rho = \boxed{0,083} \times \boxed{100} \quad R't = \boxed{16,6} \Omega$$

\* Intensidad de defecto

$$I'd = \frac{\sqrt{3U(\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)}}{\sqrt{1 + (\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)^2 (3R't)^2}}$$

$$I'd = \boxed{45,71} \text{ A}$$

\* Tensión de paso en el exterior

$$V'p = K_p * \rho * I'd = \boxed{0,0132} \times \boxed{100} \times \boxed{45,86}$$

$$V'p = \boxed{120,93} \text{ V}$$

\* Tensión de paso en el acceso al CT

$$V'p(\text{acc}) = V'c = K_c * \rho * I'd = \boxed{0,0411} \times \boxed{250} \times \boxed{45,71}$$

$$V'p(\text{Acc}) = \boxed{120,93} \text{ V}$$

\* Tensión de defecto

$$V'd = R't * I'd = \boxed{16,6} \times \boxed{45,80}$$

$$V'd = \boxed{760,42} \text{ V}$$

4.5.- Duración total de la falta

Desconexión inicial

Relé a tiempo independiente

Relé a tiempo dependiente

$$t' = \boxed{1} \text{ s}$$

Constantes del relé

$$K' = \boxed{0}$$

$$n' = \boxed{0}$$

$$I'a = \boxed{0} \text{ A}$$

Intensidad de arranque

$$t' = \frac{K'}{I'd - I'a} = \frac{\boxed{\phantom{0}}}{\boxed{\phantom{45,71}} - \boxed{\phantom{0}}} = \frac{\boxed{\phantom{0}}}{\boxed{\phantom{45,71}} - \boxed{\phantom{0}}} = \boxed{1} \text{ s}$$

$$t' \Rightarrow \boxed{1} \text{ s}$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
http://coltiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLTYW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5546  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Reenganche a menos de 0,5 segundos

Relé a tiempo independiente

t'' =  s

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

K'' =

n'' =

Intensidad de arranque

I''a =

$$t'' = \frac{K''}{\left[ \frac{I''d}{I''a} \right]^{n''} - 1} = \frac{\text{[ ]}}{\left[ \frac{\text{[ ]}}{\text{[ ]}} \right]^{n''} - 1}$$

t'' =  s

Duración total t = t' + t'' =

t =  s

**4.6.- Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio ( neutro de B.T.)**

Sistema de puesta a tierra único (V'd <= 1000 V )

Sistemas de puesta a tierra separados e independientes

\* Distancia mínima de separación (Tabla 6 página 22):

$$D = \frac{\rho \cdot I'd}{2000 \cdot \Pi} = \frac{100}{6283} \times 45,80$$

D >=  m

**5. VALORES ADMISIBLES**

Para t =  s Uca = 107 V

Según la tabla 18 de la ITC-LAT-07, es la siguiente:

Duración de la corriente de falta, t <sub>F</sub> (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U <sub>ca</sub> (V)
1,00	107
2,00	90
5,00	81



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
http://coltiaranon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLJYTW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5536  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



- Tensión de paso en el exterior

$$V_{pa} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot R_{al} + 6 \cdot \rho}{1000} \right) = 10 \cdot 107 \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 100}{1000} \right) =$$

$$V_p = \boxed{2.374} \text{ V}$$

- \* Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot R_{al} + 3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho'}{1000} \right) =$$

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot 107 \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 100 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) =$$

$$V_{p(acc)} = \boxed{11.342} \text{ V}$$

**6.- COMPROBACION DE QUE LOS VALORES CALCULADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS**

**6.1.- Tensiones de paso y contacto en el interior**

- Se han adoptado las medidas de seguridad "b" ó "c" del aptdo. 4.3.1, o la "a" ó "b" del aptdo. 4.3.2, por lo que no será preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente cero.
- Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de paso y contacto interiores.

**6.2.- Tensiones de contacto exterior**

- a  Se ha adoptado la medida de seguridad "a" del aptdo. 4.3.1, por lo que no será preciso calcular la tensión de contacto exterior, ya que ésta será prácticamente cero.
- b  Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o el correspondiente cálculo y comprobación de la tensión de contacto exterior.

**6.3.- Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT**

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	V <sub>p</sub> = <input type="text" value="120,93"/>	≤	V <sub>p</sub> = <input type="text" value="2.354"/>
Tensión de paso en el acceso al CT	V <sub>p(acc)</sub> = <input type="text" value="5.648,17"/>	≤	V <sub>p(acc)</sub> = <input type="text" value="11.342"/>

**6.4.- Tensión de defecto**

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	V <sub>d</sub> = <input type="text" value="760,42"/>	≤	V <sub>bt</sub> = <input type="text" value="10.000"/>



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
 VISADO : VIZA-2021-0093  
 http://coltiazgon.e-visaio.net/ValidarCS?file=PKKPRGVCJLTYW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

**ANEJO II:**  
**ESPECIFICACIONES INVERSOR**

# SG250HX New

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System



### High Yield

- 12 MPPTs with max. efficiency 99%
- Compatible with bifacial module
- Built-in An-ti PID and PID recovery function optional



### Smart O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis
- Fuse free design with smart string current monitoring



### Low Cost

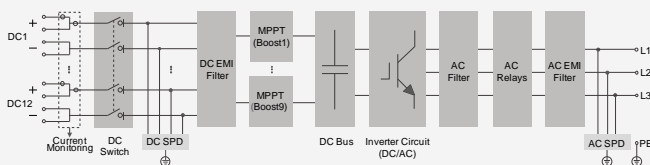
- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Power line communication (PLC) optional
- Q at night function



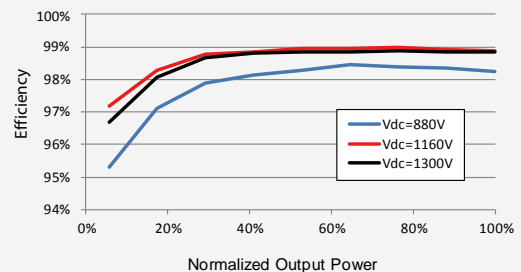
### Proven Safety

- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

### Circuit Diagram



### Efficiency Curve



## Input (DC)

Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	600 V / 600 V
Nominal PV input voltage	1080 V
MPP voltage range	600 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	26 A * 12
Max. current for input connector	30 A
Max. DC short-circuit current	40 A * 12

## Output (AC)

AC output power	250 kVA @ 30 °C / 220 kVA @ 45 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	182.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3

## Efficiency

Max. efficiency / Euro. efficiency	99.0 % / 98.7 %
------------------------------------	-----------------

## Protection

DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch/ AC switch	Yes / No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
An-ti PID and PID recovery function	Optional
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II

## General Data

Dimensions (W*H*D)	1051*660*363 mm
Weight	95kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / Optional: PLC
DC connection type	Amphenol UTX (Max. 6 mm <sup>2</sup> )
AC connection type	OT terminal (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50438, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IIEEE1547, IIEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, FCC Part15 Sub-part B Class A Limits, California Rule 21
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

## SG250HX



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
http://colgiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKFR56VCJLVTW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO





COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### ANEJO III:

## CONDICIONES DE SUMINISTRO

Ref. Solicitud: **AZAR003 0000259917-2**  
Tipo de generación: **GENERACIÓN FOTOVOLTAICA**

**EFELEC ENERGY, SL**  
CALLE RIOJA 24 LOCAL  
50017 - ZARAGOZA  
A la Atención de Andrea Ochoa

**ASUNTO:** solicitud de condiciones económicas de la conexión

Muy Sres. Nuestros:

En relación a su solicitud de punto de conexión a la red de distribución de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal de la instalación de generación **ZAIDANA** de potencia de acceso **975 kW** potencia nominal **750 kW**, con conexión directa a la red de distribución, titularidad de **PACIFIC COASTWAY**, situada en **PG 6 PCL, 1 FOTOVOLTAI, 50784, LA ZAIDA, ZARAGOZA** y una vez recibida por su parte la aceptación del punto de conexión ubicado en la **línea aérea de media tensión La Zaida de SE La Zaida**, pasamos a informarle el pliego de condiciones técnicas y el presupuesto económico de conexión de los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de la red de distribución existente

Conforme a lo establecido en la Disposición Adicional Decimotercera del RD 1955/2000, añadida en la Disposición final primera del RD 1699/2011, acompañamos la siguiente documentación:

- **Pliego de Condiciones Técnicas**, donde le informamos de los trabajos que se precisan para atender su solicitud, distinguiendo entre los correspondientes a refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de la red de distribución existente en servicio y los que se requieren entre el punto de conexión con la red de distribución y el punto frontera con la instalación de generación.
- **Presupuesto** detallado de los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de la red de distribución existente en servicio.

De acuerdo a la legislación vigente, todas las instalaciones detalladas en el Pliego de Condiciones Técnicas, deben ser ejecutadas a cargo del solicitante.

Las instalaciones que se construyan para la evacuación de la energía eléctrica procedente de su central tendrán carácter de instalaciones de conexión de generación, de acuerdo con la legislación vigente, por tanto, se construirán y tramitarán con este carácter, siendo titularidad del generador, que se encargará de su construcción, explotación y mantenimiento.

En general, para la medida de energía deberá cumplirse con lo establecido en el RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, referente a medida, seguridad y calidad industrial para permitir y garantizar la correcta medida de la energía eléctrica.

Estas condiciones de conexión se conceden sin perjuicio e independientemente de las autorizaciones, licencias o permisos de competencia municipal, provincial y particulares que sean precisos para la autorización de proyecto, construcción y puesta en servicio de la instalación de generación, cuya obtención queda por cuenta del promotor, no asumiendo EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal S.L. ninguna responsabilidad de las consecuencias que puedan derivarse de la falta de autorización de los particulares afectados.

A efectos de contabilización de los plazos de vigencia establecidos en la Ley 24/2013, se considerará la fecha de emisión de esta comunicación, como fecha de obtención de los permisos de acceso y conexión.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-visado.com/verDetalle.do?accion=verDetalle&id=91KRP5GVCJL1TW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO







## PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

### 0. Documentación entregada

En relación a la documentación entregada, les informamos de los siguientes aspectos que deberán corregir:

- Deben aportarnos proyecto de las instalaciones de evacuación: línea subterránea de media tensión de entrada y salida y centro de seccionamiento.
- En la memoria no se hace referencia al equipo de medida.
- El proyecto deberá adaptarse a la "NRZ104 Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media Tensión" reflejando las instalaciones de media tensión en configuración entrada-salida según el esquema adjunto. La aclaración de esta información es requisito necesario para continuar el trámite de conexión a la red de distribución.

### 1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio.

Los trabajos incluidos en este apartado, que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro:

- Refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones en servicio (a cargo del solicitante):
  - **Instalar doble conversión aéreo-subterránea, autoválvula, conjuntos terminales y antiescalo en apoyo número 25.**
  - **Tendido de cables dejados a pie de apoyo de conexión hasta el punto de conexión.**
  - **Sistema de control de tensión de retorno en posición de SET.**
  - **Telecontrol:**
    - **Coordinación: Verificación, pruebas telecontrol.**
    - **Programación de BD (configuración remota) telecontrol.**
    - **Comunicaciones y bases de datos de telecontrol.**
- Entronque y conexión a la red existente.

### 2. Trabajos necesarios para la conexión de la instalación de generación hasta el punto de conexión con la red de distribución, que vayan a formar parte de la red de distribución.

Los trabajos incluidos en este apartado, al no suponer actuaciones sobre instalaciones en servicio, podrán ser realizados, a decisión del solicitante, por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora:

- **Red subterránea de media tensión de entrada y salida RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> AI 12/20 kV bajo tubo en cruce desde el apoyo del punto de conexión existente hasta el nuevo centro de seccionamiento particular.**

**El solicitante deberá realizar el nuevo centro de seccionamiento, protección y medida particular con acceso desde vial público y con posterior cesión de las celdas de llegada de línea y seccionamiento, reservando espacio para futura celda de salida (todas ellas telemandadas), no podrá situarlo bajo la línea aérea de media tensión debiendo guardar las distancias reglamentarias a la misma.**


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA210833
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



## PRESUPUESTO

### 1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red existente en servicio.

Adjuntamos presupuesto detallado de los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red existente en servicio a realizar por EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, cuyo importe asciende a:

22.995,69 € (I.V.A. no incluido)

Para el inicio de obras y trabajos por parte de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal ser requisito imprescindible la formalización del pago o la firma de un acuerdo en el que se definan las condiciones del mismo. En el caso de que el acuerdo se vaya a producir transcurridos seis meses desde el envío de esta comunicación, el importe podrá ser objeto de revisión.

El plazo estimado de ejecución material de los trabajos será de **60** días hábiles, una vez obtenidos los permisos y autorizaciones administrativas necesarias.

De acuerdo a la legislación vigente, los trabajos detallados en este presupuesto serán realizados, en todo caso, por esta empresa distribuidora, en su condición de propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo a costa del solicitante.

Este presupuesto no incluye la ejecución de las instalaciones de nueva extensión de red, cuyo importe deberá ser facilitado por la empresa o empresas que usted considere, bien un instalador autorizado de su libre elección o EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal.

### 2. Trabajos necesarios para la conexión de la instalación de generación hasta el punto de conexión con la red de distribución.

- **Red subterránea de media tensión de entrada y salida RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> AI 12/20 kV bajo tubo en cruce desde el apoyo del punto de conexión existente hasta el nuevo centro de seccionamiento particular.**

En el apartado 2 del pliego de condiciones técnicas le informamos de la necesidad de construir determinadas instalaciones de extensión que no afectan a la red en servicio.

Estos trabajos podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora, para lo que será necesario que Ud solicite el correspondiente presupuesto a la empresa o empresas que considere oportuno.

Para mayor claridad y conforme dispone la Disposición Adicional Decimotercera del Real Decreto 1955/00, a continuación resumimos las opciones de que Ud dispone para la realización de las instalaciones necesarias para la conexión de la instalación de generación hasta el punto de conexión con la red de distribución:

- Encomendar directamente a la empresa distribuidora la ejecución de las instalaciones para la conexión.

Para ello es preciso que por su parte solicite el correspondiente presupuesto a esta distribuidora.

- Encomendar la construcción de las instalaciones para la conexión a una empresa instaladora legalmente autorizada.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
http://colitari.org

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

En este caso, conforme a la legislación vigente, EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal S.L. debe supervisar las infraestructuras realizadas por el instalador autorizado de su elección, percibiendo por ello los derechos de supervisión baremados según la Orden ITC 3519/2009 de 28 de diciembre.

La cesión de las instalaciones a desarrollar directamente por parte del solicitante se materializará a través del correspondiente contrato en el que se definirá entre otros aspectos la información necesaria a entregar a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal S.L. antes y después de la realización de las instalaciones.

El importe a abonar a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, por los trabajos correspondientes al apartado 1, es el que le indicamos a continuación:

Derechos de Supervisión:	406,10 €
Trabajos adecuación de instalaciones existentes:	22.995,69 €
<b>Suma parcial:</b>	<b>23.401,79 €</b>
I.V.A. en vigor (21 %):	4.914,38 €
<b>Total importe abonar SOLICITANTE:</b>	<b>28.316,17 €</b>

**Este presupuesto está condicionado a las medidas de protección de avifauna que se exijan para la legalización de las instalaciones, y se modificará en caso de que no coincidan con las presupuestadas.**

Este presupuesto no incluye la ejecución de las instalaciones de nueva extensión de red, cuyo importe deberá solicitarlo le deberá ser facilitado por a la empresa o empresas que usted considere, bien un instalador autorizado de su libre elección o EDISTRIBUCION Redes Digitales S.L. Unipersonal.

**El solicitante abrirá el emplazamiento de la zanja a pie de apoyo del punto de conexión de 2x1,2m, donde dejará cable suficiente para los trabajos a realizar por E-distribución.**

Si ésta alternativa es de su interés, puede proceder a su aceptación haciendo efectivo el importe mencionado, **28.316,17 €**. Para su comodidad, puede realizarlo mediante alguna de las siguientes opciones:

- Accediendo al portal privado de la web [www.edistribucion.com](http://www.edistribucion.com) y desde el detalle de la solicitud proceder al pago mediante pasarela de pago o aportando el justificante de transferencia, haciendo constar en el justificante la referencia de la solicitud nº **AZAR003 0000259917-2** así como que la opción elegida ha sido la "B".
- Realizando una transferencia bancaria a la cuenta ES60-2085-0103-97-0330470979, haciendo constar en el justificante la referencia de la solicitud nº **AZAR003 0000259917-2** así como que la opción elegida ha sido la "B", enviándolo al correo electrónico [conexiones.edistribucion@enel.com](mailto:conexiones.edistribucion@enel.com), identificando nombre y N.I.F. de la persona (física o jurídica) a quien debe emitirse la factura, con antelación suficiente para la consecución de los permisos necesarios y la ejecución de los trabajos.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
 http://coltiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?IDV=KKR5GVCJLVYm  
 22/2  
 2021  
 Profesional Habilitación Coleg: 5516  
 ESPINOSA FERNANDEZ SERGIO

**DESGLOSE PRESUPUESTO**

**CARGOS IMPUTABLES AL CLIENTE**

**Trabajos de adecuación de instalaciones existentes**

Udes.	Precio Ud.(€)	Descripción	Cargo*	Total
3339	1	COMUNICACIONES	I	3.339,00
18	8,31611111	CABLE CU 1X 50 DESNUDO. CL.2	I	149,69
6	30,14	0300029 PROT AVIF KIT AIS BORNAS PARARR	I	180,84
6	28,17333333	0300030 PROT AVIF KIT AIS TERMINACIONES	I	169,04
1	1137,68	6710761 ANTIESC FIBRA AIS ANC 1 A 1,15M	I	1.137,68
30	17,53933333	6712317 PROT AVIF FORRO CONDUCTOR ? 6mm	I	526,18
1	167,79	INST ANTIESCALO DE CHAPA O FIBRA MT/BT	I	167,79
9	5,06555556	TENDIDO CIRCUITO HASTA 56 INCLUSIVE	I	45,59
1	366,42	FORRADO AVIFAUNA APOYO SINGULAR	I	366,42
3	32,13	TERMINAL EXT MONO FRIO 12/20KV 95-240MM2	I	96,39
16	5,7075	TENDIDO BAJO TUBO MT	I	91,32
1	1634,54	MONT CONVERSION AEREO-SUB MT 1C CON TUBO	I	1.634,54
1	134,69	JUEGO TERMINACIONES CABLE SUBTERRANEO MT	I	134,69
3	37,20666667	PARARRAYOS OXIDOS METALICOS 17.5 KV/ 10	I	111,62
1	42,61	CANDADO ABLOY3 GRAB.ERZ-ZPZ	I	42,61
1	140,58	PROGR BD REMOTA TELECONTROL Y CCONTROL	I	140,58
1	328,63	COORDINACION, VERIFICACION Y PRUEBAS	I	328,63
1	68,47	ADECUACION BD / FIRMWARE	I	68,47
4264,61	1	RELÉ DE BLOQUEO	I	14.264,61
		<b>TOTAL</b>		<b>22.995,69 €</b>

**CARGOS IMPUTABLES AL CLIENTE**

**DSIC**

Udes.	Precio Ud.(€)	Descripción	Cargo*	Total
	0	Derechos de Supervisión de Instalaciones Cedidas	I	406,10 €
		<b>TOTAL</b>		<b>406,10 €</b>

**CARGOS NO IMPUTABLES AL CLIENTE**

**Entronque: sólo material.** (mano de obra a cargo EDE).

Udes.	Descripción	Cargo*
1	COLOC CARTELERIA (AVISOS) TRABAJO PROGR	N
1	MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA	N

**NOTA: TODAS LAS CANTIDADES FIGURAN EN EUROS Y SIN IMPUESTOS VIGENTES.  
LA VALIDEZ DE ESTAS CONDICIONES: 6 MESES**



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

\*I:(Imputable) parte de la obra que ejecuta la empresa distribuidora con cargo al cliente.

N:(No imputable) parte de la obra que ejecuta la empresa distribuidora a su cargo.

C:(Cargo cliente): parte de la obra que ejecuta el cliente según acuerdo.

## ANEXO II - TRÁMITES NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN Y CESIÓN DE INSTALACIONES.

- Previo al inicio de las obras, deberá presentar 1 copia del Proyecto Eléctrico, **antes de su visado** en el Colegio Oficial correspondiente, para su revisión por nuestros Servicios Técnicos.
- Una vez revisado podrán proceder a su tramitación **a su nombre** ante el Servicio Provincial de Industria, y ante el Ayuntamiento para obtener la licencia municipal.
- Antes del comienzo de los trabajos se realizará una **reunión** con el Promotor donde se designarán las personas que a lo largo de la realización se constituirán en interlocutores permanentes para analizar y decidir aquellos aspectos que surjan durante la realización de los trabajos. Asimismo, se decidirán las responsabilidades de cada parte, así como los hitos de ejecución: el Promotor avisará a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal con la suficiente antelación sobre la previsión de las diferentes etapas de realización, y en especial de aquellas partidas que una vez concluidas quedarán fuera de la simple visualización in situ. Se definirá también la documentación a aportar por el Promotor relativa a la calidad de las instalaciones: ensayos, etc.
- En caso de que las instalaciones a ceder incluyan uno o varios centros de transformación se deberá tener en cuenta que sus cuadros de baja tensión deberán estar adaptados para el nuevo requerimiento legal de telegestión de los contadores según Normas Endesa FNZ00 (10ª ed.), FNL002 (3ª ed.), FNZ002 (3ª ed.) o FNL001 (5ª ed.), según corresponda. Esto incluirán fusibles de protección del circuito de concentrador, además de un conector (conjunto macho/hembra) previsto para la conexión del citado concentrador.
- Finalizada la obra y con anterioridad de 30 días mínimo a la puesta en servicio de la instalación, será preciso que nos faciliten la documentación siguiente:
  - Dos copias del Proyecto.
  - Autorización administrativa del Proyecto.
  - Permisos de paso de los propietarios y Organismos Oficiales afectados, y licencia municipal de obras.
  - Dirección Técnica de Obra visada (con planos acotados de detalle si incluye red subterránea) Certificado de ejecución de la empresa contratista que realice las instalaciones.
  - Documentación definida en la mencionada reunión.
- Una vez dispongamos de esta documentación y se haya verificado por nuestros técnicos la correcta ejecución de las instalaciones conforme al Proyecto, se realizará un **Convenio de cesión de instalaciones a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal** y procederemos a solicitar la Autorización de Puesta en Marcha y cambio de titularidad a favor de la empresa distribuidora, al Servicio Provincial de Industria y Energía. Una vez asumida la nueva titularidad, EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal se encargará del mantenimiento y operación de las instalaciones.
- La puesta en servicio se realizará bajo la supervisión de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, una vez efectuadas por el Promotor las pruebas y ajustes de los equipos y cumplimentados los protocolos correspondientes.
- La Recepción Definitiva de la instalación se efectuará doce meses después de la Recepción Provisional, si durante este tiempo su funcionamiento ha sido satisfactorio (entendiéndose como tal su disponibilidad para la explotación normal). La fecha del Acta de Recepción Provisional de la instalación define el comienzo del Período de Garantía cuya duración será hasta la Recepción Definitiva. Si se comprobase que cualquier elemento o dispositivo fuese defectuoso, dentro del plazo de garantía, el Promotor estará obligado a reparar o sustituirlo por su cuenta y riesgo en el plazo más breve, asumiendo todos los gastos correspondientes a la sustitución o reparación (transporte, desmontaje y montajes, etc.).

<b>COGIAR</b>	
	COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA210833	22/2 2021
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ SERGIO	Habilitación Coleg: 5516



## ANEXO III – CONDICIONES COMPLEMENTARIAS

- Las instalaciones serán ejecutadas conforme a la reglamentación técnica vigente, la normativa legal de protección medioambiental, las condiciones técnicas especiales que se deban establecer para esta obra por la Administración municipal o autonómica u otros organismos implicados, y a los criterios y las Normas Técnicas de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal.
- El coste incluye la realización de los proyectos, dirección de obra, seguridad y salud, suministro de equipos, montaje, pruebas, ensayos, puesta en servicio y trámites de legalización.
- El coste de visados, tasas de licencias de obras y tramitaciones y pago de permisos particulares se ha considerado a los precios habituales, si hubiera dificultades especiales en la consecución de permisos se informaría al solicitante, y el exceso de coste sería facturado aparte.
- En caso de que la ejecución y/o posterior explotación de las instalaciones a desarrollar para atender su solicitud implique el pago de un canon exigido por una Administración o Entidad Pública, el correspondiente coste se determinará una vez sea conocido dicho canon y será asumido por su parte.
- Las variantes de instalaciones existentes de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal que deban realizarse, se valorarán y serán ejecutadas por EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal con cargo al solicitante, mediante condiciones técnicas económicas independientes.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://gvgvcj.ltywh.com/visado/visado.aspx?CAY=51&K=GGVVCJLTYWH>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



PARCELA  
GENERACIÓN  
975 kW

LAMT LA ZAIDA DE 15KV  
CON CABLE LA-56

EL SOLICITANTE INSTALARÁ NUEVO  
CENTRO DE SECCIONAMIENTO,  
PROTECCIÓN Y MEDIDA TELEMANDADO

PUNTO DE CONEXIÓN EN  
APOYO N°25

Z1696

APOYO N°25 EXISTENTE C14-2000 EN BANDERA  
ED INSTALARÁ CONVERSIÓN+AUTOVÁLVULAS+  
CONJ. TERMINALES+ANTIESCALO

EL SOLICITANTE ABRIRÁ EL EMPLAZAMIENTO DE LA  
ZANJA A PIE DE APOYO DEL PUNTO DE CONEXIÓN  
DE 2x1,2M, DONDE DEJARÁ CABLE SUFICIENTE A LOS  
PIES DEL APOYO DEL PUNTO DE CONEXIÓN PARA  
LOS TRABAJOS A REALIZAR POR E-DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1000

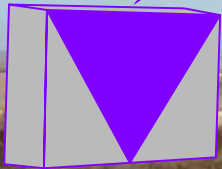
Exp.259917 EC

POLÍGONO 6, PRC. 1, LA ZAIDA



# C

PARCELA  
GENERACIÓN  
975 kW



EL SOLICITANTE INSTALARÁ NUEVO  
CENTRO DE SECCIONAMIENTO,  
PROTECCIÓN Y MEDIDA TELEMANDADO

APOYO N°25 EXISTENTE C14-2000 EN BANDERA  
ED INSTALARÁ CONVERSIÓN+AUTOVÁLVULAS+  
CONJ. TERMINALES+ANTI ESCALO

PUNTO DE CONEXIÓN EN  
APOYO N°25

LAMT LA ZAIDA DE 15KV  
CON CABLE LA-56

EL SOLICITANTE ABRIRÁ EL EMPLAZAMIENTO DE LA  
ZANJA A PIE DE APOYO DEL PUNTO DE CONEXIÓN  
DE 2x1,2M, DONDE DEJARÁ CABLE SUFICIENTE A LOS  
PIES DEL APOYO DEL PUNTO DE CONEXIÓN PARA  
LOS TRABAJOS A REALIZAR POR E-DISTRIBUCIÓN

Exp.259917 EC

POLÍGONO 6, PRC. 1, LA ZAIDA



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZAZ 10000  
<http://colofitarragona.es/visado/validadorCSV.asp?XZCSV=9IKKFP5GVCLJLVW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 55416  
Profesional ESTANISLAO MANRIQUEZ, SIFRGLC

**CLIENTE:** EFELEC ENERGY S.L.  
**DIRECCIÓN DEL SUMINISTRO:** PLG 6, PLC 1 RECINTO 10, LA ZAIDA

	Tensión asignada de la red Un	kV	15 kV	
			Un < 20	25 ≤ Un ≤ 36
RED DE MT	Nivel de aislamiento para los materiales en función de Un	kV	Un < 20	25 ≤ Un ≤ 36
	Tensión más elevada para el material	kV	24	36
	Tensión soportada a los impulsos tipo rayo	kV	125	170
	Tensión soportada a frecuencia industrial	kV	50	70
	Máxima potencia de cortocircuito prevista a Un	MVA	500	
	Puesta a tierra del neutro MT		-	
	- Aislado	S/N	SI	
	- A través de resistencia	Ω		
	- A través de reactancia	Ω		
	Tiempo máximo de desconexión en caso de defecto: F-F ; F-N	seg.	INST	INST
EDE	1	<b>Interruptor – seccionador tripolar</b>		
		- Intensidad asignada	A	
	2	<b>Pararrayos</b>		X
		- Intensidad de descarga	kA	10
		- Tensiones asignadas Ur/continua Uc	kV	18
	3	<b>Celda Interruptor Seccionador (telemandado)</b>		X
- Intensidad asignada		A	630	
- Intensidad de cortocircuito (2)		kA	20 (2 CELDAS)	
APARATURA CLIENTE	4	<b>Celda de remonte</b>		X
		- Intensidad asignada	A	630
		- Intensidad de cortocircuito (2)	kA	20
	Celda protección con interruptor automático			X
		- Intensidad asignada	A	400
		- Poder de corte mínimo (2)	kA	20
	5	<b>Protecciones sobreintensidad</b>	(4)	50/51 67N
		<b>3 Transformadores de intensidad 10 VA 5P30</b>		SND004 ó SND003
		Relación de transformación: Inp/ Ins	A (nota)	Inp/5-5
		<b>3 Transformadores de tensión 15 VA 3P (estrella) 10 VA 6P (triángulo)</b>	(5)	X
Relación de transformación: Unp/ Uns		V	16.500√3 / 110√3 - 110√3	
MEDIDA MT	6	<b>3 Transformadores de intensidad</b>		X
		Relación de transformación: Inp/ Ins	A	30/5-5
	3 Transformadores de tensión			X
		Relación de transformación: Unp/ Uns	V	16.500√3 / 110√3 - 110√3
	Contador	(6)		X
		- Energía activa	kVA	X
		- Energía reactiva	kVAr	X
		- Discriminación horaria	h	X
		- Máxímetro	S/N	S
	Equipo comprobante	S/N	S	

- (1) Este campo será completado por EDE.
- (2) En zonas donde la lcc sea superior a 16kA se considerará una lcc de 20kA.
- (3) A elección del cliente.
- (4) Para sistemas con neutro puesto a tierra, la protección será 50/51 para la sobreintensidad y 50N/51N para el neutro. En sistemas con neutro aislado la protección a utilizar será 50/51 para la sobreintensidad de fases y 67N para el neutro. Será necesaria alimentación auxiliar.
- (5) Se podrá prescindir de su instalación en el caso de que los transformadores de tensión del equipo de medida dispongan de un devanado secundario exclusivo y de las características técnicas adecuadas para esta aplicación.
- (6) El equipo de medida deberá cumplir el vigente Reglamento de Puntos de Medida así como las especificaciones funcionales, técnicas y de comunicaciones de EDE (a disposición de todos los generadores que las soliciten). EDE recomienda, para mayor comodidad, la instalación de dicho equipo, en régimen de alquiler. Dicho alquiler incluiría el proceso completo de instalación, conexión y verificación del equipo; así como el mantenimiento y las revisiones periódicas obligatorias.
- (7) A elección del cliente. Como orientación para la elección de la relación de transformación ver anexo II del documento NRZ102.

Nota:

“Los transformadores de intensidad asociados al interruptor de protección serán de clase de precisión 5P30 y 10 VA. En cuanto a la Inp elegida, en el proyecto de la instalación se deberá confirmar la no saturación de dichos TI para la intensidad máxima de cortocircuito prevista en el punto de conexión”.

“De acuerdo a lo establecido en el apartado 8 de la Norma NRZ104 aprobada por Resolución de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa de 5 de diciembre de 2018, las celdas del centro de seccionamiento a ceder a EDistribución deberán ser telemandadas, y por tanto deberá preverse una alimentación en baja tensión para su correcto funcionamiento. En el caso de que no exista baja tensión propiedad de EDistribución próxima al centro de seccionamiento, deberá diseñarse una alimentación desde las barras de media tensión que quedará propiedad de EDistribución en el mencionado centro de seccionamiento”.



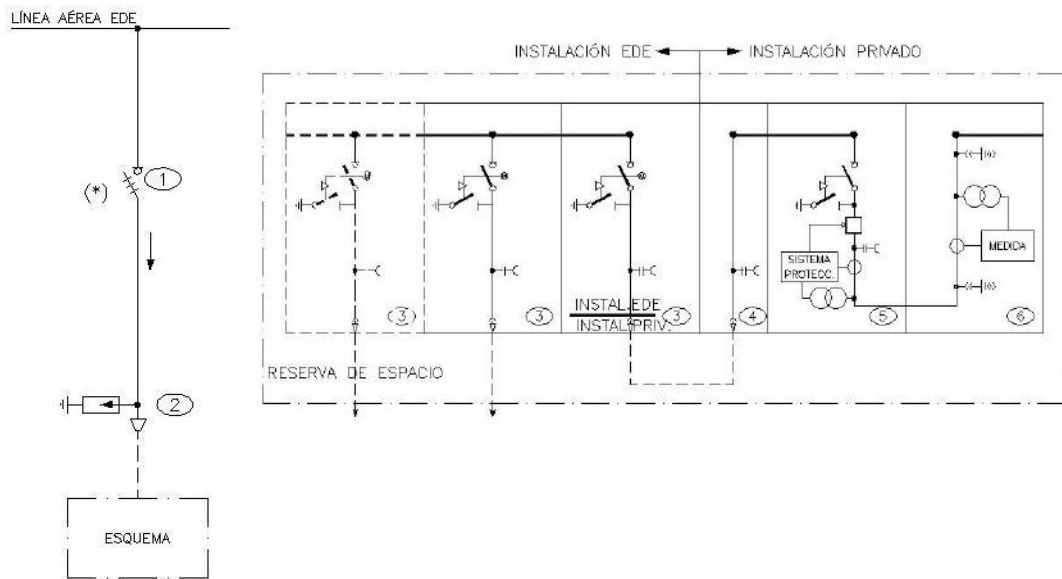
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1TW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## ESQUEMA5 . CT DE INTERIOR CON ACOMETIDA ÚNICA DESDE DERIVACIÓN AÉREA PROPIEDAD EDE

Tipo de acometida 2A



(\*) Se instalarán elementos de protección, asociados al elemento de seccionamiento, en aquellos casos en los que así lo indiquen las *Especificaciones Particulares para Instalaciones MT/BT* de EDE aprobadas



COL. OFICIAL DE INGENIEROS DE ARAGÓN  
 INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://cogitar.gon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKR6SGVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### DOCUMENTO III

## PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

1.	CONDICIONES GENERALES.....	1
1.1.-	OBJETO .....	1
1.2.-	CAMPO DE APLICACIÓN .....	1
1.3.-	DISPOSICIONES GENERALES .....	1
1.3.1.-	Condiciones Facultativas Legales .....	1
1.3.2.-	Seguridad en el Trabajo .....	3
1.3.3.-	Seguridad Pública .....	4
1.4.-	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	4
1.4.1.-	Datos de la Obra .....	4
1.4.2.-	Replanteo de la Obra .....	5
1.4.3.-	Mejoras y variaciones del Proyecto.....	5
1.4.4.-	Recepción de Materiales.....	6
1.4.5.-	Organización.....	6
1.4.6.-	Ejecución de Obras .....	6
1.4.7.-	Subcontratación de Obras.....	7
1.4.8.-	Plazo de Ejecución .....	7
1.4.9.-	Recepción Provisional .....	8
1.4.10.-	Periodos de Garantía .....	8
1.4.11.-	Recepción Definitiva .....	8
1.4.12.-	Pago de Obras.....	9
1.4.13.-	Abono de Materiales Acopiados .....	9
1.5.-	DISPOSICIÓN FINAL.....	9
2.	CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN. ....	10
2.1.-	DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN.....	10
2.2.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES.....	10
2.3.-	COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN .....	10
2.3.1.-	Conductores. ....	11
2.3.2.-	Empalmes y conexiones.....	11
2.3.3.-	Cables de tierra.....	12
2.3.4.-	Terminales.....	12



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5gVCLJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

2.3.5.- Piezas de derivación.....	12
2.3.6.- Herrajes .....	12
2.3.7.- Aisladores .....	13
2.3.8.- Protecciones .....	13
2.3.9.- Apoyos.....	13
2.3.9.1.- Apoyos metálicos.....	13
2.3.9.2.- Conexión de los apoyos a tierra. ....	14
2.3.9.3.- Numeración y avisos de peligro. ....	15
2.3.9.4.- Cimentaciones. ....	15
2.3.10.- Derivaciones, seccionamiento y protecciones. ....	15
2.3.10.1.- Derivaciones, seccionamiento de líneas.....	15
2.3.10.2.- Seccionadores o desconectores. ....	15
2.3.10.3.- Interruptores. ....	16
2.3.10.4.- Protecciones. ....	16
2.4.- <i>CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE</i> .....	16
2.4.1.- Condiciones previas .....	16
2.4.2.- TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR .....	17
2.4.2.1.- Zona de tala y poda de arbolado .....	17
2.4.2.2.- Pistas y accesos.....	17
2.4.2.3.- Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra ....	19
2.4.2.4.- Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil .....	22
2.4.2.5.- Explanación .....	23
2.4.2.6.- Excavación .....	25
2.4.2.7.- Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos .....	27
2.4.2.8.- Instalación de apoyos .....	37
2.4.2.9.- Tomas de tierra.....	43
2.4.2.10.- Instalación de conductores .....	45
2.4.2.11.- Grapas de amarre helicoidales (Retenciones Terminales Preformadas)	
.....	51
2.4.2.12.- Pintado de los apoyos .....	59
2.4.2.13.- Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos .....	59
3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE SECCIONAMIENTO.....	61



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

3.1.- OBJETO .....	61
3.2.- LOCAL .....	61
3.2.1.- Dimensiones .....	61
3.2.2.- Superficies de ocupación .....	62
3.2.3.- Ventilación.....	62
3.2.4.- Insonorización y medidas antivibratorias .....	62
3.2.5.- Medidas contra incendios .....	62
3.2.6.- Construcción de la solera .....	63
3.2.7.- Canalizaciones de entrada de cables .....	63
3.2.8.- Piso y mallazo .....	63
3.3.- INSTALACION ELECTRICA.....	63
3.3.1.- Cables de MT .....	63
3.3.2.- Aparamenta de MT .....	64
3.3.3.- Protección contra sobretensiones en MT .....	64
3.3.4.- Alumbrado.....	64
3.4.- SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD .....	64
4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICO PARTICULAR LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	66
4.1.- Ejecución de la obra .....	66
4.1.1.- Trazado.....	66
4.1.2.- Demolición de pavimentos .....	66
4.1.3.- Apertura de zanjas .....	66
4.1.4.- Canalizaciones .....	67
4.1.5.- Transporte, almacenamiento y acopio de los materiales a pie de obra .....	68
4.1.6.- Tendido de cables .....	69
4.1.6.1.- Emplazamiento de las bobinas para el tendido .....	69
4.1.6.2.- Ejecución del tendido .....	69
4.1.7.- Protección mecánica y señalización .....	71
4.1.8.- Cierre de zanjas .....	71
4.1.9.- Reposición de pavimentos .....	72
4.1.10.- Empalmes y terminaciones .....	72
4.1.11.- Señalización de la obra .....	72
4.1.12.- Ensayo conductores .....	73





## 1. CONDICIONES GENERALES

### 1.1.- OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

### 1.2.- CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere al montaje de Centros de Seccionamiento y/o Transformación, y al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de líneas aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir, de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

### 1.3.- DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

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

#### 1.3.1.- Condiciones Facultativas Legales

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

- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5gVCLJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, del Sector Eléctrico, (BOE núm. 160 de 05/07/07).
- 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, (BOE núm. 310 de 27/12/00), y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial, (BOE núm. 32 de 6/02/96) y modificaciones posteriores.
- Orden ITC/3747/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los contadores eléctricos estáticos de energía activa en corriente alterna, clases a, b y c, en conexión directa o en conexión a transformador, emplazamiento interior o exterior, en sus fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica, (BOE núm. 294 de 9/12/06).
- 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, (BOE núm. 68 de 19/03/08 y corrección de errores de BOE núm. 174 de 19/07/08).
- 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.
- Resolución de 21 de enero de 1997, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, por la que se autoriza el empleo de conductores de aluminio en las canalizaciones prefabricadas para instalaciones eléctricas de enlace, (BOE núm. 35 de 10/02/97).
- Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados, bajo canales protectores de material plástico, (BOE núm. 43 de 19/02/88).
- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de Energía, por la que se establecen normas sobre ventilación y acceso de ciertos centros de transformación. (BOE núm. 152 de 26/06/84).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, (BOE núm. 269 de 10/11/1995) y modificaciones posteriores.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/Visado/Ine/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Profesional Coleg: 5516  
 ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, (BOE núm. 256 de 25/10/97) y modificaciones posteriores.
- 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, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos, (BOE núm. 148 de 21/06/01).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, (BOE núm. 176 de 23/07/92).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), (BOE núm. 203 de 22/08/08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación del Ministerio de la Vivienda (BOE núm. 74 de 28/3/2006).
- Ordenanzas Municipales y otras Normas Municipales de señalización de obras y protecciones.
- Normas Técnicas Particulares de la empresa distribuidora.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento definen las características de los elementos integrantes de la LAMT.

### 1.3.2.- Seguridad en el Trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del apartado anterior y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

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

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

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



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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

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

### 1.3.3.- Seguridad Pública

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

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

### 1.4.- ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

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

#### 1.4.1.- Datos de la Obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

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

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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

#### 1.4.2.- Replanteo de la Obra

El Contratista antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de la misma, dedicando especial atención a los puntos singulares. El replanteo de los apoyos será realizado a partir de los planos de planta, perfil y de las características propias de cada uno de ellos.

Para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones se colocarán estacas con la siguiente disposición:

a) Tres estacas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aun cuando sean de amarre. Estarán alineadas en la dirección de la alineación siendo la estaca central la que indicará la proyección del eje vertical del apoyo.

b) Cinco estacas para los apoyos de ángulo dispuestas en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea. La estaca central indicará la proyección del eje vertical del apoyo.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil, por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, así como la aparición de obstáculos (naturales o artificiales) no contemplados inicialmente (edificaciones, caminos, carreteras, etc.), se realizará un nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas próximas, cumpliendo en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad. Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán por cuenta del Contratista.

#### 1.4.3.- Mejoras y variaciones del Proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

#### 1.4.4.- Recepción de Materiales

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

#### 1.4.5.- Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.


En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### 1.4.6.- Ejecución de Obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del aptdo. 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H">http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### 1.4.7.- Subcontratación de Obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

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

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### 1.4.8.- Plazo de Ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

#### 1.4.9.- Recepción Provisional

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

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

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

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### 1.4.10.- Periodos de Garantía

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

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

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

#### 1.4.11.- Recepción Definitiva

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



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPr5gVcLlYTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



#### 1.4.12.- Pago de Obras

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

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

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

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

#### 1.4.13.- Abono de Materiales Acopiados

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

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

#### 1.5.- DISPOSICIÓN FINAL

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



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 2. CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN.

### 2.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como “instalación eléctrica” todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 éstas se agrupan y clasifican en:

- **Instalación de baja tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ( $U < 1$  kV).
- **Instalación de media tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ( $1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$ ).
- **Instalación de alta tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ( $U \geq 66 \text{ kV}$ ).

### 2.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan. Los conductores instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes y lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre y cuando no se especifique lo contrario en el Contrato de Adjudicación de las obras a realizar.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero-Director.

### 2.3.- COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Aisladores
- Accesorios de sujeción
- Apoyos
- Crucetas, herrajes-soportes y tornillería
- Tirantes y tornapuntas
- Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones, Empalmes, Grapas etc.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5gVCLJL7W2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 2.3.1.- Conductores.

Los conductores podrán ser de cualquier material metálico o combinación de éstos que permitan construir alambres o cables de características eléctricas y mecánicas adecuadas para su fin e inalterables con el tiempo, debiendo presentar, además, una resistencia elevada a la corrosión atmosférica.

Podrán emplearse cables huecos y cables rellenos de materiales no metálicos. Los conductores de aluminio y sus aleaciones serán siempre cableados.

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10 mm<sup>2</sup>. En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5 mm<sup>2</sup>.

Para los demás metales, no se emplearán conductores de menos de 350 kg de carga de rotura.

En el caso en que se utilicen conductores usados, procedentes de otras líneas desmontadas, las características que afectan básicamente a la seguridad deberán establecerse razonadamente, de acuerdo con los ensayos que preceptivamente habrán de realizarse.

### 2.3.2.- Empalmes y conexiones.

Cuando en una línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6 mm de diámetro, los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores.

Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga del cable empalmado.


La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Para conductores de alambre de 6 mm o menos de diámetro, se podrá realizar el empalme por simple retorcimiento de los hilos.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas horizontales de amarre.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://coltiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H">http://coltiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

### 2.3.3.- Cables de tierra.

Cuando se empleen cables de tierra para la protección de la línea, se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de 35º.

Los conductores y empalmes reunirán las mismas condiciones explicadas en los apartados anteriores.

Cuando para el cable de tierra se utilice cable de acero galvanizado, la sección nominal mínima que deberá emplearse será de 50 mm<sup>2</sup> para las líneas de 1ª categoría y 22 mm<sup>2</sup> para las demás.

Los cables de tierra, cuando se empleen para la protección de la línea, deberán estar conectados en cada apoyo directamente al mismo, si se trata de apoyos metálicos, o a las armaduras metálicas de fijación de los aisladores, en el caso de apoyos de madera u hormigón.

### 2.3.4.- Terminales

Serán de aluminio, adecuados para que la conexión al cable se efectúe por compresión hexagonal. La conexión del terminal a la instalación fija se efectuará mediante tornillos a presión.

### 2.3.5.- Piezas de derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a solicitaciones mecánicas. Así, pues, las conexiones para dar continuidad a la línea o para conectar una derivación se realizarán en el bucle entre dos cadenas horizontales (puente flojo) de un apoyo. En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor. La continuidad de la línea y la conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acañamiento cónico.

### 2.3.6.- Herrajes

Los herrajes serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deberán ser prácticamente inalterables a la acción corrosiva de la atmósfera, muy particularmente en los casos que fueran de temerse efectos electrolíticos.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90 por 100 la carga de rotura del mismo, sin que se produzca un deslizamiento.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 2.3.7.- Aisladores

Los aisladores utilizados en las líneas a que se refiere este Reglamento podrán ser de porcelana, vidrio u otro material de características adecuadas a su función.

Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera.

### 2.3.8.- Protecciones

- Protección de sobrecorriente en M.T:

La línea dispondrá de una protección que deberá actuar ante sobrecargas y cortocircuitos y defectos a tierra, incluso en los puntos más alejados de la red. En todos los casos deberá adecuarse a la estructura de la red para garantizar la actuación de los diferentes escalones de protección.

Para la protección contra sobreintensidad se utilizarán interruptores automáticos asociados a relés de protección, colocados en la cabecera de la línea o de aquellas derivaciones que por sus características lo requieran. Estarán provistas de un automatismo de reconexión automática provisto de dos ciclos de reenganche uno rápido y otro lento.

- Protección contra sobretensiones en M.T

En las conversiones de línea aérea a línea subterránea, y a lo largo de la línea cuando ésta discorra por zonas con alto índice isocerámico, se instalarán pararrayos de óxido metálico, cuyas características se ajustarán a la Norma UNE-EN 60099.

- Puesta a tierra

Los apoyos metálicos y de hormigón armado estarán provistos de una puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse por descargas en el propio apoyo. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente en cabecera de línea, deberá asegurar la descarga a tierra de la corriente homopolar de defecto, y contribuir, en caso de contacto con masas susceptibles de ponerse en tensión, a eliminar el riesgo eléctrico de tensiones peligrosas. El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra será 20  $\Omega$ .

### 2.3.9.- Apoyos.

#### 2.3.9.1.- Apoyos metálicos.

En los apoyos de acero, así como en elementos metálicos de los apoyos de otra naturaleza no se emplearán perfiles abiertos de espesor inferior a cuatro milímetros. Cuando los perfiles fueran galvanizados por inmersión en caliente, el límite anterior podrá reducirse a tres milímetros.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaran.gov.es/Visado.nsf/ValidarCSV.aspx?CSV=81KKP5gVCLLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Análogamente, en construcción remachada o atornillada no podrán realizarse taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se emplearán tornillos ni remaches de un diámetro inferior a 12 mm.

En los perfiles metálicos enterrados sin recubrimiento de hormigón se cuidará especialmente su protección contra la oxidación, empleando agentes protectores adecuados, como galvanizado, soluciones bituminosas, brea de alquitrán, etc.

Se emplea la adopción de protecciones anticorrosivas de la máxima duración, en atención a las dificultades de los tratamientos posteriores de conservación necesarios.

### 2.3.9.2.- Conexión de los apoyos a tierra.

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos y de hormigón armado, así como las armaduras metálicas de los de madera en líneas de primera categoría, cuando formen puente conductor entre los puntos de fijación de los herrajes de los diversos aisladores.

La puesta a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.

- Conectando a tierra la armadura de hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que más adelante se exigen para los conductores de conexión a tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

Los conductores de conexión a tierra podrán ser de cualquier material metálico que reúna las condiciones exigidas en el apartado de conductores. Tendrán una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea.

En ningún caso la sección de estos conductores será inferior a la eléctricamente equivalente a 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, etc.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPF5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 2.3.9.3.- Numeración y avisos de peligro.

En cada apoyo se marcará el número que le corresponda, de acuerdo al criterio de comienzo y fin de línea que se haya fijado en el proyecto, de tal manera que las cifras sean legibles desde el suelo.

También se recomienda colocar indicaciones de existencia de peligro en todos los apoyos. Esta recomendación será preceptiva para líneas de primera categoría y en general para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas.

### 2.3.9.4.- Cimentaciones.

Las cimentaciones de los apoyos podrán ser realizadas en hormigón, hormigón armado, acero o madera.

En las cimentaciones de hormigón se cuidará de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos para el mismo. En las de acero o madera se prestará especial atención a su protección, de forma que quede garantizada su duración.

### 2.3.10.- Derivaciones, seccionamiento y protecciones.

#### 2.3.10.1.- Derivaciones, seccionamiento de líneas.

Las derivaciones de líneas se efectuarán siempre en un apoyo.

Como norma general, deberá instalarse un seccionamiento en el arranque de la línea derivada.

#### 2.3.10.2.- Seccionadores o desconectores.

En el caso en que se instalen seccionadores en el arranque de las derivaciones, la línea derivada deberá ser seccionada sin carga o, a lo sumo, con la correspondiente a la de vacío de los transformadores a ella conectados, siempre que la capacidad total de los mismos no exceda de 500 kVA.

Sin embargo, previa la justificación de características, podrán utilizarse los denominados seccionadores bajo carga.

Los desconectores tipo intemperie estarán situados a una altura del suelo superior a cinco metros, inaccesibles en condiciones ordinarias, con su accionamiento dispuesto de forma que no pueda ser maniobrado más que por el personal de servicio, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad.

Las características de los desconectores serán las adecuadas a la tensión e intensidad máxima del circuito en donde han de establecerse y sus contactos estarán dimensionados para una intensidad mínima de paso de 200 amperios.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 2.3.10.3.- Interruptores.

En el caso en que por razones de explotación del sistema fuera aconsejable la instalación de un interruptor automático en el arranque de la derivación, su instalación y características estarán de acuerdo con lo dispuesto para estos aparatos en el Reglamento Técnico correspondiente.

### 2.3.10.4.- Protecciones.

En todos los puntos extremos de las líneas eléctricas, sea cual sea su categoría, por los cuales pueda influir energía eléctrica en dirección a la línea, se deberán disponer protecciones contra cortocircuitos o defectos en línea, eficaces y adecuadas.

En los finales de líneas eléctricas y sus derivaciones sin retorno posible de energía eléctrica hacia la línea se dispondrán las protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones necesarias de acuerdo con la instalación receptora.

El accionamiento automático de los interruptores podrá ser realizado por relés directos solamente en líneas de tercera categoría.

Se prestará especial atención en el proyecto del conjunto de las protecciones a la reducción al mínimo de los tiempos de eliminación de las faltas a tierra, para la mayor seguridad de las personas y cosas, teniendo en cuenta la disposición del neutro de la red puesto a tierra, aislado o conectado a través de una impedancia elevada.


## 2.4.- CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

### 2.4.1.- Condiciones previas

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPK5GVCJLVTW2H">http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPK5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo el Ingeniero-Director suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

#### 2.4.2.- TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR

Los trabajos a los que se refieren son los siguientes:

1. Zona de tala y poda de arbolado.
2. Pistas y Accesos.
3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
4. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
5. Explanación.
6. Excavación.
7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.
8. Instalación de apoyos.
9. Tomas de tierra.
10. Instalación de conductores.
11. Instalación de cables de tierra.
12. Pintado de los apoyos.
13. Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

En el caso de que puedan existir trabajos y fases de ejecución distintos a los enumerados, se especificarán especialmente en el Contrato de Adjudicación de la obra.

##### 2.4.2.1.- Zona de tala y poda de arbolado

Cuando sea preciso para el paso de la línea, la Propiedad recabará de los Organismos Oficiales competentes la autorización para el talado de una zona de arboleda a ambos lados de la línea cuya anchura será la que determina el Artículo 35.1 del vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. En cualquier caso el Contratista no llevará a cabo estos trabajos sin la previa autorización por escrito del Ingeniero-Director.

##### 2.4.2.2.- Pistas y accesos

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Ingeniero-Director. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitiara.gon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLVTW2H">http://colitiara.gon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLVTW2H</a>	22/2 2021	Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO
---	--------------	--

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que hay lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.
- La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

Quedará prohibido el transporte de personas en las cabinas, estribos, escalerillas, cucharas, etc. No se llevará en las máquinas envases o materiales sueltos. Lo mismo en la carga como en la descarga de materiales en las que tengan que intervenir varios operarios, esta operación estará dirigida por una persona responsable, designada por el Contratista.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Evitar causar daño o la muerte a cualquier ejemplar de reptil o ave.
- Utilizar como localización preferentemente de los caminos, los lomos, mesas o altos y en general, las zonas más llanas, evitando su apertura en laderas de fuerte pendiente. Cuando esto último sea inevitable los caminos deberán seguir la dirección de las curvas de nivel.
- Se procurará para los obligados accesos una sola rodada de camión reduciéndose al mínimo la anchura de los caminos y el tamaño de los desmontes y terraplenes.
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.
- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPF5GVCJL1TW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- Mentalizar a los operarios que intervengan en las tareas propias de la apertura de caminos, de la importancia de minimizar las alteraciones sobre la vegetación de la necesidad de respetar los ejemplares y el hábitat de la fauna presente en la zona de trabajo. El Contratista se hará cargo de los fuegos, caza furtiva, etc., que efectúen los operarios al pasar por los montes y cotos de caza.
- La prohibición de abandonar residuos de cualquier tipo como hormigón, envoltorio de cigarrros, cascos de cerveza, refrescos, etc., restos de comidas, árboles secos, etc., y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

### 2.4.2.3.- Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra

Los materiales de acopio anticipado, es decir, aquellos materiales que por no encontrarse existencia en el mercado local, es necesario adquirirlos antes de empezar los trabajos, serán suministrados normalmente por la Propiedad. En caso de que fuera el Contratista el suministrador de todos o parte de ellos, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Los materiales de acopio en el momento de la construcción de la línea, es decir, aquellos materiales que por su reducido plazo de acopio, pueda considerarse su adquisición como simultánea a su empleo, serán suministrados normalmente por el Contratista. En caso de que todos o parte de ellos fuesen suministrados por La Propiedad, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Cuando el Contratista sea el que suministre los materiales, cuidará de su carga y transporte desde Fábrica o Puerto a sus almacenes. Estos transportes serán por cuenta del Contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra. En el caso de que entre estos materiales estén incluidos los apoyos, y si en el momento del acopio se observase la falta de algunas barras, éstas se podrán suplir provisionalmente con la previa autorización del Ingeniero-Director hasta que se disponga de las barras originales. Esta sustitución provisional no es extensiva a cartelas y elementos de unión.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto, siendo responsable el Contratista de que esto se cumpla. En caso de su incumplimiento, el Ingeniero-Director dictará orden de retirar dichos materiales.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder del Ingeniero-Director con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto. El importe de todos los ensayos y pruebas de los materiales aportados por el Contratista será por cuenta del mismo.

El Contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias que se fijan a continuación:

Conductores y cables de tierra	2%
Aisladores	1%
Herrajes	1%
Tornillos, arandelas, etc.	2% del nº de tornillos.
Perfiles, Angulares, Chapas y Cartelas	2% del nº piezas por torre

Para el conductor se tomará como cantidad necesaria la suma de la longitud real de conductor aislado, más los trozos que se hayan tendido que cortar por indicación del Ingeniero-Director.

Los materiales que suministre la Propiedad quedarán situados en uno o más almacenes, cuyo emplazamiento e indicación de los materiales que van a contener se especificarán al Contratista.

En este caso los transportes de fábrica a almacenes serán de cuenta de la Propiedad.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

El Contratista, a partir de la entrega de los materiales, tendrá a su cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, vigilancia y almacenamiento posterior.

La propiedad de los materiales entregados al Contratista, seguirá siendo de la Propiedad y los recibirá con carácter de depósito.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5gVCLJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por el Ingeniero-Director, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

La Propiedad podrá exigir del Contratista, que tenga en Compañía Aseguradora de reconocida solvencia, póliza contra robo y avería en transporte y montaje del material entregado.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en las barras ni daño en el galvanizado.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estobos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalado y con el debido cuidado en atención a su fragilidad.

Las bobinas se descargarán siguiendo lo expuesto en el 1er COMPLEMENTO a la Norma NUESA 00.7-24A (NI-57) "Procedimiento para la Manipulación y Transporte de Bobinas de Madera".

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al MEDIO AMBIENTE, deberá depositarse en un VERTEDERO AUTORIZADO, debiendo entregar el Contratista al Ingeniero-Director copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

#### 2.4.2.4.- Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil

El replanteo de los apoyos será realizado por un topógrafo especializado en los estudios topográficos de líneas aéreas a cargo del Contratista, y en presencia del Ingeniero-Director o persona delegada, a partir de los planos de planta, perfil y características propias de cada apoyo entregados por la Propiedad. Con antelación suficiente, deberá comunicársele al Ingeniero-Director, la fecha en que se iniciará el replanteo, así como el topógrafo designado por el Contratista para efectuarlo. Este topógrafo vendrá provisto de los útiles necesarios para realizar el replanteo y estaquillado, así como de personal que sea preciso.

Una vez finalizados el replanteo y estaquillado de la línea, el Ingeniero-Director y el Contratista firmarán el ACTA DE REPLANTEO, que supone el conocimiento exacto por el Contratista del trazado de la línea, situación de las estaquillas y todos los detalles necesarios para su ejecución, haciéndose cargo a partir de ese momento de todas las estaquillas o banderas colocadas.

La reposición de las estaquillas desaparecidas desde la firma del ACTA DE REPLANTEO hasta el comienzo de la apertura de hoyos, será por cuenta del Contratista.

Los apoyos deben quedar replanteados de la siguiente forma:

- **Apoyos de alineación** (Monobloques y patas separadas).
- Quedará definidos como mínimo, por una estaquilla central que indicará la proyección de eje vertical del apoyo y cuatro más que estarán, dos alineadas en la dirección de la línea y dos en la dirección perpendicular.
- **Apoyos de ángulo** (Monobloques y de patas separadas)
- Los apoyos de ángulo se replantearán mediante cinco estaquillas que se dispondrán en cruz, dos de ellas según la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea y otras dos en la perpendicular a ella, pasando por la estaquilla central que indicará la proyección del eje vertical de apoyo.
- **Apoyos de anclaje y fin de línea** (Monobloque de patas separadas)  
Se replantearán igual que los apoyos de alineación.

En apoyos de patas separadas, a partir de la cota de la estaquilla central, que se considerará como cota cero, el topógrafo en función de la conicidad del apoyo obtendrá las correspondientes a los centros de las excavaciones de las 4 patas del apoyo con cuyos datos el Contratista cumplimentará el correspondiente Parte de Cimentaciones de Apoyos. A partir de este documento el Contratista realizará las explanaciones, recrecidos de hormigón y de anclajes a realizar en cada apoyo.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Este documento se firmará por el Ingeniero-Director y el Contratista y no se admitirán modificaciones o certificaciones, en este concepto, que se aparten del replanteo primitivo, salvo que taxativamente, y por escrito, el Ingeniero-Director los ordene.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil. Por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, el Ingeniero-Director ordenará la obtención del nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

En caso de que al realizar explanación se desplazase o moviese alguna de las estaquillas que definían el apoyo será preciso volver a realizar el replanteo del mismo según lo descrito anteriormente.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas de sus proximidades. Se deben cumplir en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporte vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

#### 2.4.2.5.- Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo según los datos suministrados por el Parte de Cimentación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa del Ingeniero-Director. Los datos definitivos figurarán en el Parte de Cimentación del apoyo. Este Parte será firmado por el Contratista y el Ingeniero-Director.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA210833
<a href="http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H">http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 55116 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. Esta explanación será definida por el Ingeniero-Director según lo especificado en el apartado “Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil” del presente Pliego de Condiciones Técnicas, y se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante, según las Tablas adjuntas, con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.

**TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES**

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACIÓN EN TERRENO VIRGEN O TERRAPLENES HOMOGÉNEOS MUY ANTIGUOS			
	Terreno secos		Terrenos inmersos	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
Roca Dura	80º	5/1	80º	5/1
Roca blanda o fisurada	55º	7/5	55º	7/5
Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.	45	1/1	40º	4/5
Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla mezclada con piedra y tierra vegetal)	45º	1/1	30º	3/5
Grava, arena gruesa no arcillosa.	35º	7/10	30º	3/5
Arena fina no arcillosa.	30º	3/5	20º	1/3



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitargon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO REMOVIDO RECIENTE O TERRAPLENES RECIENTES			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
<i>Roca dura.</i>				
<i>Roca blanda o fisurada.</i>				
<i>Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.</i>	45°	1/1	40°	4/5
<i>Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Grava, arena gruesa no arcillosa.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Arena fina no arcillosa.</i>	30°	6/10	20°	1/3

- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones. Se respetarán las medidas correctoras definidas en el apartado “Pistas y accesos.”, del Presente Pliego de Condiciones Técnicas.

#### 2.4.2.6.- Excavación

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las indicadas en los Partes de Cimentación de apoyos, corriendo los excesos a cargo del Contratista, a menos que el Ingeniero-Director, considere oportuno el aumento de volumen de la excavación, si el terreno no corresponde al supuesto en los cálculos. En este caso se confeccionará un nuevo Parte de Cimentaciones que anulará el anterior. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de las excavaciones, éste será a cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1YTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, el Ingeniero-Director concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de hoyos, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de Abril de 1.987 que modifica la instrucción Técnica Complementaria 10.2-01 "Explosivos - Utilización" publicada en el B.O.E. nº 114 de 13 de Mayo de 1.987, debiendo poseer el Contratista los permisos correspondientes de la Autoridad Competente. El Contratista deberá ajustarse en todo a las disposiciones oficiales vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajo.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

La compactación del terreno de relleno a realizar en las cimentaciones que requieran este procedimiento, será indicada en cada caso por el Ingeniero-Director.

En los hoyos de gran profundidad y boca de pequeño diámetro, es necesario que los operarios vayan protegidos con mascarillas de filtros adecuados.

Los compresores deberán cumplir lo dispuesto en el vigente Reglamento de Aparatos de Presión, debiéndose hacer el ajuste de su válvula de seguridad al principio de los trabajos y una revisión anual.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50 metros.

En los casos de profundidad superiores a 3 metros, el operario que excave en su interior deberá llevar un arnés tipo paracaídas con cuerda de salvamento resistente.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de la varilla de puesta a tierra según lo estipulado en el apartado "Tomas de Tierra".

#### **2.4.2.7.- Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos**

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de 48 horas, el Contratista se lo hará saber al Ingeniero-Director, el cual dispondrá lo necesario para verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Ingeniero-Director, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

##### **2.4.2.7.1 Hormigones**

Se emplearán preferentemente hormigones fabricados en central. En cualquier caso, la mezcla de los componentes del hormigón se efectuará siempre con hormigonera exceptuándose aquellos emplazamientos en que por difícil acceso o cualquier otra circunstancia haya autorización del Ingeniero-Director para realizar la mezcla a mano. En este caso, se empleará una hormigonera portátil (eléctrica o de carburante) y si el hormigón necesario para el llenado de la excavación fuese de poco volumen se autorizará hacerlo con una pastera pero nunca se autorizará hacerlo sobre una plancha de hierro ya que agua y el cemento se pierden en gran parte.

La consistencia del hormigón será blanda (asiento en el cono de Abrams 6 - 9cm, con tolerancia de  $\pm 1$ cm).

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm<sup>2</sup> (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm<sup>2</sup> (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaraigon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

HORMIGÓN PREFABRICADO	HORMIGÓN EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m <sup>3</sup> de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

A efectos de normalización, tanto para la indicación en planos como en el control de suministro, la designación de las propiedades del hormigón tendrá el siguiente formato:

T - R/C/TM/A

Siendo:

**T:** Indicativo que será, HA para el hormigón armado y HM para el hormigón en masa.

**R:** Resistencia característica especificada en N/mm<sup>2</sup>.

**C:** Letra inicial del tipo de consistencia.

**TM:** Tamaño máximo del árido.

**A:** Designación del ambiente.

Por lo que, salvo indicación en contra en el Proyecto o del Ingeniero-Director, el hormigón exigido tendrá la siguiente designación:

HM - 20 / B / 40 / III (Hormigones en masa)

HA - 25 / B / 40 / III (Hormigones armados)

Cemento: PUZ - 350

El Ingeniero-Director podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

#### 2.4.2.7.2 Puesta en obra del hormigón

Antes de verter el hormigón deberá limpiarse la excavación de materiales desprendidos de las partes superiores.

Caso de existir agua en los hoyos, la operación de vaciado se realizará tomando las precauciones adecuadas para no causar daños a terceros.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR6GVCJL1TW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

La operación de hormigonado no se comenzará a menos que, por la cantidad de hormigón disponible, tengamos la seguridad de que el inicio o último estribo superior del anclaje (cuando disponga de más de uno) vaya a quedar cubierto con una capa de 40 cm.

Antes de hormigonar, el Contratista está obligado a disponer en el lugar de hormigonado de las varillas precisas para poder afrontar cualquier situación de emergencia.

Salvo en casos de circunstancias especiales no se realizarán labores de hormigonado en ausencia de luz diurna, considerándose como tal la comprendida desde una hora después de la salida del sol y una hora antes de su puesta.

El tiempo límite transcurrido entre la adición del agua al cemento y su descarga total deberá ajustarse a lo recomendado en la “Instrucción del Hormigón Estructural” (EHE). En ningún caso dicho tiempo será superior a una hora y media. Toda masa que sobrepase dicho tiempo deberá ser rechazada.

Si por alguna circunstancia se prevé que el tiempo límite no se puede respetar, se pondrá en conocimiento del Ingeniero-Director para la adopción de las medidas adecuadas.

En el vertido del hormigón, incluso cuando se realice mediante conducciones adecuadas se adoptarán las debidas precauciones para que no se produzca la disgregación de la mezcla ni el desplazamiento de los anclajes.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante vibradores mecánicos adecuados hasta que aparentemente se consiga una masa homogénea ausente de huecos. Deberá vibrarse por capas como máximo 30cm de altura.

En caso de que se averíe el vibrador durante el proceso de hormigonado, se dispondrá en obra en todo momento, los procedimientos manuales adecuados para la mejor compactación. Esta solución eventual proseguirá mientras se repara el vibrador que deberá hacerse en el menor tiempo posible.

En el caso de que esto suceda se podrá continuar el hormigonado antes de las 12 horas siguientes, previas comprobación de que las superficies están suficientemente limpias y se riegan abundantemente. En caso de que este tiempo se supere, se colocarán varillas corrugadas que serán con cargo al Contratista, para unir las partes seccionadas de forma que queden embebidas 80cm como mínimo en cada una de ellas, procediendo a doblarla en la parte correspondiente cuando suceda que no es posible colocarlas rectas. Estas varillas se colocarán inmediatamente de vertida la última capa de hormigón.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/Visado/verValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Las varillas serán de 20mm de diámetro e irán colocadas en el hormigón a 15cm de la pared del hoyo formando circunferencia y separadas 50cm entre sí con un mínimo de ocho. En el caso de que por alguna circunstancia no se puedan colocar las varillas, se procederá a colocar una abundante capa de resina, previa limpieza de la superficie y comprobación de que la misma esté bien seca. Antes de volver a verter la nueva capa de hormigón se limpiará la superficie de la anterior, y se mojará con agua.

Durante el hormigonado se procederá a la colocación de tubos, que permitan el paso de los cables de puesta a tierra. Estos tubos serán rígidos, corrugados, reformados y de un diámetro interior de 36mm.

No se permitirá el hormigonado si la temperatura ambiente es inferior a 5º C.

Los pozos de hormigonado de las patas de las torres que no han sido hormigonados al finalizar la jornada de trabajo, han de quedar cubiertos, para evitar accidentes.

Si en el terreno de roca o en cualquier clase de suelo (arenas, creta, conglomerado, pizarra), y con el motivo debido al empleo de explosivos, la excavación ha dado un volumen mayor del que le corresponde, el hueco ha de ser rellenado de hormigón, y se certificará la medida teórica tanto de la excavación como del hormigonado.

#### **2.4.2.7.3 Encofrados**

Se procurará que no haya recrecidos. En zonas ecológicas se utilizarán apoyos de patas desniveladas.

En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos, el Ingeniero-Director entregará un plan de los mismos en el que figurarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Este plano se adjunta al parte de Cimentaciones.

Todos los parámetros de los recrecidos deben tener correspondencia (la misma horizontalidad, y la misma verticalidad) y cualquiera que sea la altura resultante, las peanas tendrán la misma altura. Para recrecidos superiores a 70cm se utilizarán armaduras de acero corrugado de 25mm de diámetro con correas de 10mm cada 30cm que serán embebidas en la cimentación como mínimo 1m.

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que el Ingeniero-Director autorice otro tipo.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/Visado.nsf/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Profesional Coleg: 5516  
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada (peanas) es extensivo para los recrecidos.

#### 2.4.2.7.4 Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por el Ingeniero-Director. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MÁXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considerarán reactivos si:

Para  $R \geq 70$  la concentración de  $SiO_2$  es  $> R$

Para  $R > 70$  la concentración de  $SiO_2$  es  $> 35 = 0,5 R$

La pérdida de peso máxima no será superior a la siguiente:

Ensayo realizado mediante:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/visado/verValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

	A	b
	CON SULFATO SODICO	CON SULFATO MAGNESICO
Arenas	10 %	15 %
Gravas	12 %	18 %

#### 2.4.2.7.5 Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente. No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

#### 2.4.2.7.6 Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

#### 2.4.2.7.7 Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización del Ingeniero-Director.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa del Ingeniero-Director o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte del Ingeniero-Director.

#### 2.4.2.7.8 Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar. Tolerancias de aniones y cationes: Deberán rechazarse todas las que tengan un pH inferior a 5, las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15gramos por litro (15.000ppm.) aquellas cuyo contenido en sulfato, expresado en SO<sub>4</sub>, rebase un gramo por litro (1.000ppm.) las que contengan ión cloro en proporción superior a 6gramos por litro (6.000ppm.), en las que se aprecien hidratos de carbono y las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15 gramos por litro (15.000ppm.).



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



### 2.4.2.7.9 Instrucciones para la ejecución de las cimentaciones

Antes de proceder al hormigonado, cualquiera que sea el tipo de apoyo a cimentar, se procederá a aplicar una protección superficial de pintura. La manera de ejecutar las distintas clases de cimentaciones, según el tipo de apoyo será la siguiente:

#### 2.4.2.7.10 Cimentaciones para apoyos metálicos de bases empotradas

##### 2.4.2.7.10.1 Sin utilización de plantillas de hormigonado

- Se echará primeramente una capa de hormigón del espesor indicado en los planos facilitados por el fabricante, según el tipo de apoyo, de manera que teniendo el apoyo una base firme, limpia y nivelada, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón mencionada.
- Al día siguiente, y sobre la base de hormigón, se colocarán y nivelarán los anclajes o el primer tramo del apoyo metálico, según el caso, quedando prohibido el hormigonado con el apoyo totalmente armado.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado “*Tomas de Tierra*” de Presente Pliego de Condiciones Técnicas.
- A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las “CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES”.

##### 2.4.2.7.10.2 Con utilización de plantillas de hormigonado

- Se colocará la plantilla sobre el foso con los anclajes debidamente situados, y será emplazada y nivelada adecuadamente, comprobando diagonales y longitudes de cara así como la correcta instalación con las marcas de línea y contralínea, fijándola al terreno a continuación, de modo que no pueda sufrir movimiento.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado “*Tomas de Tierra*” de Presente Pliego de Condiciones Técnicas
- A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las “CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES”, comprobándose el número de veces necesarias la correcta colocación de la plantilla y de los anclajes.
- Una vez relleno el foso, la plantilla no podrá tocarse ni desmontarse hasta pasadas 48 horas como mínimo de la terminación del hormigonado; se quitará entonces con el suficiente cuidado para que los anclajes no agrieten el hormigón ni queden huecos entre ambos.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- En los recrecidos se cuidará de la verticalidad y horizontalidad de los encofrados, y que éstos no se muevan durante el relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.
- El hormigón de la peana exterior al terreno, además de tener la misma composición que el resto de la cimentación, debe llegar hasta el borde inferior del empalme de anclaje con la torre para evitar que el extremo superior de los anclajes y del hormigón pueda trabajar a flexión.

### **2.4.2.7.10.3 Tolerancias en las cimentaciones**

- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido de la línea será  $\pm 0,1\%$ .
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido transversal a la línea será de  $\pm 0,1\%$ .
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido diagonal del cuadrilátero formado será de  $\pm 0,15\%$ .
- El error máximo admisible en la nivelación de las testas de cada uno de los anclajes será de  $\pm 0,05\%$  de la distancia entre dichas testas.
- Respecto a los ejes de los hoyos, el máximo error admisible es de 100mm en el centrado de los anclajes.
- Se respetará el emplazamiento de los apoyos en la traza de la línea referido a la estaquilla central y no se admitirán variaciones en la orientación de sus caras (giros) respecto al eje de la traza de la línea superiores al primer centesimal de las distancias de los anclajes a los ejes de replanteo de los apoyos.
- Los anclajes se fijarán de forma adecuada, para que no sufran desplazamientos durante el vertido del hormigón.
- Los elementos de fijación de los anclajes no podrán ser retirados antes de cumplirse las 24 horas del vertido del hormigón en los hoyos.
- Cualquier error superior a los indicados será corregido por la Contrata corriendo por su cuenta todos los gastos. El Contratista asumirá los costos extras que pudieran originarse, incluidos los gastos en que puedan incurrir los contratistas de izado.
- En todo caso, las tolerancias de las cimentaciones serán tales que, una vez instalado el apoyo, previo el tendido de los conductores, este quede vertical, admitiéndose una desviación máxima del 0,2%, de la altura total del apoyo, tanto en el sentido de la línea como en contralínea.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

#### **2.4.2.7.10.4 Control de calidad**

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

#### **2.4.2.7.10.5 Control de consistencia**

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

Para verificar este control se tomará una muestra de la amasada a pie de obra realizándose con la misma el ensayo de asentamiento en cono de Abrams.

Si el asentamiento está fuera de los límites reseñados incluidas las tolerancias, se procederá a tomar dos nuevas muestras de forma inmediata, después de un breve batido de toda la masa. Si los dos últimos valores del ensayo están comprendidos entre los valores de aceptación, la amasada se dará por buena. En caso contrario la amasada completa será rechazada y el vehículo que realiza el transporte no podrá suministrar más hormigón durante ese día.

El Ingeniero-Director podrá realizar este control en cada una de las amasadas que se suministran.

#### **2.4.2.7.10.6 Control de resistencia**

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

Salvo indicación en contra del Ingeniero-Director, es indispensable extraer 4 probetas por apoyo. En caso de que el volumen de hormigón vertido en el apoyo supere los 18 m<sup>3</sup>, se extraerá un juego de probetas por cada 18 m<sup>3</sup> o fracción.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la “Instrucción de Hormigón estructural (EHE)” en vigor para la modalidad de “Ensayos de Control Estadístico del Hormigón”.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar al Ingeniero-Director los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Ingeniero-Director procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes y de acuerdo con los resultados obtenidos, adoptará la determinación que considere más adecuada corriendo todos los gastos producidos por cuenta del Contratista.

Realizados los ensayos de una serie de probetas tendremos, llamando X1, X2,...X8 a los valores obtenidos, los valores medios siguientes:

$$\text{Amasada A} = (X1 + X2 + X3 + X4) / 4 = XA$$

$$\text{Amasada B} = (X5 + X6 + X7 + X8) / 4 = XB$$

Estos dos ensayos nos permitirán aplicar la tabla 88.4 b de la Instrucción EHE para N=2, K=0,88, debiendo cumplirse que la resistencia estimada  $F_{est.} = K_n \cdot X$  (siendo X el valor más bajo de XA y XB)  $\geq 175 \text{ kp/cm}^2$ .

Se efectuará el número de ensayos de información a juicio del Ingeniero-Director.

#### **2.4.2.7.10.7 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua**

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo del Ingeniero-Director, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la "Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)" y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa del Ingeniero-Director para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por el Ingeniero-Director se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

#### **2.4.2.7.10.8 Normas de seguridad específicas**

El equipo de Protección personal utilizado deberá constar de casco de barboquejo, guantes de cuero y botas de seguridad, debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

Si hubiera que realizar barrenado, el operario deberá estar provisto de mascarilla con filtro para polvo y protectores de vista y oído.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de ocurrir algún percance.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1TW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas, es aconsejable no trabajar más de un operario en el interior de cada hoyo.

La parte superior de los hoyos debe quedar libre de escombros para evitar caídas de materiales que puedan dañar a los operarios.

Para subir y bajar a los hoyos deberán utilizarse escaleras lo suficientemente largas para que su parte superior sobresalga de los hoyos como mínimo 1 m, debiendo estar homologadas.

Los motores o elementos que expulsen gases deberán tener el escape orientados de forma que los mismos no se acumulen en las excavaciones.

#### 2.4.2.8.- Instalación de apoyos

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes fases:

- Recepción.
- Transporte.
- Acopio.
- Clasificación.
- Armado.
- Izado.
- Apretado y graneteado.
- Maquinaria y herramienta auxiliar.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad Específicas.

##### 2.4.2.8.1 Recepción

Caso de que los apoyos sean suministrados por la Propiedad, además de tener en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, ésta facilitará al Contratista el “Packing List” de los mismos con relación de bultos y contenido de cada uno de ellos, teniendo que comprobar el Contratista que el material recibido está de acuerdo con el citado “Packing List”.

##### 2.4.2.8.2 Transporte

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Ingeniero-Director para su aceptación, si es que procede.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 2.4.2.8.3 Acopio

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las torres se acopiarán a obra de acuerdo con la Propiedad con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas. Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

### 2.4.2.8.4 Clasificación

Para la clasificación se utilizarán los planos y listas que la Propiedad facilitará al respecto, realizándola con la previsión suficiente para no interrumpir los trabajos del armado e izado, debiéndose comunicar las posibles faltas o defectos con al menos quince días de antelación.

### 2.4.2.8.5 Armado

#### 2.4.2.8.5.1 Consideraciones Previas

No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingletes, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Ingeniero-Director. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Ingeniero-Director. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación de la correspondiente pintura del tipo Frigalván.

Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

No podrán ser utilizados en obra sin autorización expresa del Ingeniero-Director y para cada caso en particular sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

#### 2.4.2.8.5.2 Tornillería

En cada unión se utilizarán los tornillos indicados en los planos. Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado. Caso de no ser así, se le comunicará al Ingeniero-Director. Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (cruceas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba y se comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 2.4.2.8.5.3 Herramientas

Para el montaje sólo se emplearán como herramientas las llaves autorizadas, barrilla, el puntero y el punzón de calderero que servirá para hacer coincidir los taladros de las piezas pero sin que el uso del puntero sirva para agrandar el taladro.

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

### 2.4.2.8.5.4 Ejecución Material

El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente, pero en el caso de no ser el denominado “barra a barra” deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero-Director.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo será inferior al determinado como apriete final, debiendo ser el suficiente para mantener unidas las barras.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director y de proceder al cambio de los elementos.

### 2.4.2.8.5.5 Izado

No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los mismos.

En todos los casos en que la estructura por su volumen o dimensiones necesite de arriostramiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados. El Contratista utilizará para el izado, el procedimiento que estima más conveniente, dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior a 0,2% de la altura del apoyo.

Con carácter orientativo el par de apriete final de los tornillos de calidad 5.6 será:

M-12	3.00 daN.m
M-14	4.50 daN.m
M-16	7.00 daN.m
M-18	9.50 daN.m
M-20	13.50 daN.m
M-22	18.50 daN.m
M-24	25.00 daN.m

Las partes, por ser de rosca métrica se apretarán con llave dinamométrica y a los pares de apriete recomendados para la tornillería.

#### **2.4.2.8.5.6 Izado con pluma**

Cuando se utilice el procedimiento de izado con pluma, se hará siempre con cabrestante y a fin de evitar el pandeo de la misma, el cable de cabrestante deberá deslizarse verticalmente pegado a la pluma, colocándose en la base del apoyo, una polea de reenvío.

Se comprobará el estado de las plumas en todos sus tramos cada vez que vayan a usarse. Una vez izada la pluma, se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida, y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido concebida. Se instalarán como mínimo, 3 vientos dispuestos en estrella. Todos los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje, debidamente diseñados y ejecutados, siendo obligatorio intercalar trácteles o “pull-lifs” para su regulación.

La pluma no podrá suspenderse en el apoyo, excepto en los puntos y de la forma expresamente señalada para ello por el Ingeniero-Director quien indicará además el peso máximo entre pluma y tramo a suspender. El ángulo máximo del eje de la pluma con los estobos de fijación de la misma al apoyo no superará los 45º.

#### **2.4.2.8.5.7 Izado con grúa**

Cuando las condiciones del terreno, de su entorno y de los apoyos a izar lo permitan, se podrán usar grúas en las operaciones de izado, con tal de que el proceso se realice con el conocimiento y aprobación previa del Ingeniero-Director.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6VCJLVTW2H">http://cogitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6VCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



Cuando se utilice este procedimiento, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos. Caso de no existir puntos específicos para esta maniobra, se estrobará por las zonas aprobadas por el Ingeniero-Director, a propuesta del Contratista, forrando convenientemente los estrobos para evitar daños.

La estructura será convenientemente arriostrada en las zancas y lugares propensos a deformaciones antes del izado.

Previamente a la operación de izado, el Contratista remitirá al Ingeniero-Director un informe donde se reflejen el nombre y experiencia del gruísta para este tipo de trabajo.

Salvo autorización expresa del Ingeniero-Director no se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados; en cualquier caso el Contratista tomará las precauciones necesarias en evitación de accidentes. Cumpliendo en todo momento con lo dispuesto en las “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios” redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y “Prescripciones de Seguridad” para Trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas” de UNELCO-AMYS.

#### **2.4.2.8.5.8 Apretado y graneteado**

Una vez que el Contratista haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, deberá proceder al repaso de los mismos, comprobando que han sido colocados la totalidad de los tornillos y realizado de forma sistemática el último apriete de los mismos y el graneteado de las tuercas de los tornillos (3 granetazos en estrella), con el fin de impedir que se aflojen. Una vez finalizado el graneteado de los tornillos y las tuercas se procederá a proteger el conjunto de la oxidación mediante pintura de tipo Frigalván.

#### **2.4.2.8.5.9 Maquinaria y herramienta auxiliar**

Toda la maquinaria y herramienta a utilizar en el izado de los apoyos estará dimensionada para soportar los esfuerzos que demande de acuerdo con el tipo y altura del apoyo a izar.

- **Camión**, para el transporte y acopio de los materiales, provisto de pluma auxiliar y acompañado de grúa para las operaciones de carga y descarga.
- **Grúa**. Las grúas que se utilicen en las operaciones de izado llevarán en lugar perfectamente visible la placa de características. Deberán ser autopropulsadas, de pluma telescópica y con capacidad y altura suficiente para seguir con corrección las maniobras. Las grúas deberán ineludiblemente disponer de dispositivos de seguridad que incluya como mínimo el limitador de carga.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/visado/verValidacion.aspx?CSV=8IKKPr5gVCLJLTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- **Cabrestante de izado**, elemento utilizado en la operación de izado con pluma, llevará una placa de características fijas en la que vendrán grabadas en caracteres indelebles el peso de esfuerzo útil, potencia y velocidad en los distintos desarrollos. Asimismo el Contratista dispondrá de la documentación que justifique las revisiones periódicas. El cable será de las características y longitud adecuadas y estará perfectamente fijado al extremo del tambor de arrollamiento. Su coeficiente de seguridad será de al menos 6, con relación a los pesos a manejar. Estarán dotados de un sistema de bloqueo manual que impida el movimiento accidental de la pieza elevada.
- **Plumas de izado**. Serán metálicas y los tramos abrochados con tornillería de alta resistencia.
- **Aparejo armado con cable**. Compuesto al menos de dos roldanas por cabeza y de giratorio. El número de roldanas estará en función de las cargas de trabajo.
- **Trácteles o pull-lifts**, utilizados en las operaciones de atirantado de pluma y auxiliares de construcción.
- **Eslingas, estrobos y pilotos**, los cuales deberán tener marcado o justificada su carga de trabajo.
- **Llaves para tornillería**, utilizadas para el apriete de los tornillos, será las denominadas llaves de pipa empleadas en sus dimensiones originales (sin suplemento). Para el apriete final se utilizarán llaves dinamométricas (manuales, neumáticas o eléctricas).
- **Taquímetro**, provisto de anteojo con giro azimutal, para comprobación de la verticalidad de los apoyos en sentido de línea y contra línea.
- **Utillaje diverso**. Poleas auxiliares de maniobra, con su carga de trabajo marcada; pistolas para anclaje, barrillas y punteros de montaje, granetes, gatos niveladores, calce prismáticos de madera, riostras de madera o metálicas para evitar deformaciones en el izado de las estructuras.

#### **2.4.2.8.5.10 Control de calidad**

La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Ingeniero-Director, o en su caso con el cambio completo de elementos defectuosos, a cargo del Contratista.

Se dispondrá en obra de un comprobador de llaves dinamométricas.

El Contratista deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director el protocolo de revisión de apoyos de línea.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR6GVCJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

#### 2.4.2.8.5.11 Normas de seguridad específicas

El equipo de protección personal utilizado deberá constar de casco con barboquejo, guantes de cuero, botas de seguridad, cinturón de seguridad y paracaídas (método “línea de vida”), debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de que ocurra algún percance.

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

Cuando se utilice el cabrestante en el izado estará anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramos de apoyo que se están izando. Deberá disponer de puesta a tierra.

Cuando para el izado se utilice grúa, las señales entre el jefe de maniobra y el gruista serán las especificadas para estos casos, debiendo figurar en el cuadro de maniobra de la grúa. La grúa se asentará en terreno firme y resistente que impida el hundimiento de los gatos hidráulicos que la sustentan, colocando cuando sea necesario, los elementos auxiliares para lograr una correcta distribución de la presión sobre el terreno y poniendo el chasis de la grúa a tierra.

#### 2.4.2.9.- Tomas de tierra

##### 2.4.2.9.1 Definición de toma de tierra de los apoyos

Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.

- **Toma de tierra del apoyo.** Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.
- **Toma de tierra de cada pata.** Es la que se instala en cada hoyo de cimentación, bien de trate de apoyos monobloques o de cada cimentación de apoyos de patas separadas.
- **Mejora de la toma de tierra.** Es la parte de la toma de tierra formada por anillos y antenas y cuyo fin es rebajar el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y disminuir la resistencia de la toma de tierra del apoyo.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1YTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 2.4.2.9.2 Reglamentación y normativa aplicables

Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

### Normativa sobre clasificación de zonas de situación de apoyos.

En el ámbito de esta especificación las zonas en las que pueden quedar situados los apoyos se clasifican en:

- Zonas de pública concurrencia (P.C.)
- Zonas frecuentadas (F)
- Zonas no frecuentadas agrícolas (N.F.A.)

A continuación se define cada una de las zonas, indicando de forma concreta detalles que puedan ayudar al proyectista en su clasificación correcta.

#### Zonas de pública concurrencia.

Se consideran como tales las siguientes:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Áreas públicas destinadas al ocio cultural o recreativo, tales como parque deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Lugares de celebración habitual de romerías, festivales, concursos, actos políticos, sindicales, religiosos, mercados, ferias de ganado, etc.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

#### Zonas frecuentadas.

Se considerarán zonas frecuentadas las que, no estando incluidas en el apartado anterior se hallen próximas a las anteriores.

Se consideran también como tales:

- Zonas próximas a viviendas, carreteras, caminos de servicio de los que sean titulares el Estado, entidades autónomas, entidades locales y demás personas de derecho público, o aquéllas construidas por personas privadas con finalidad análoga.
- Fuentes y pozos de utilización habitual. Zonas de huertas.
- Instalaciones agropecuarias en la proximidad de establos o edificaciones.
- Proximidad a ermitas.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cotiaraigon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### **Zonas no frecuentadas agrícolas.**

Se considerarán comprendidas en este tipo aquellas zonas que, no estando incluidas en los apartados anteriores, se hallen o puedan estar sometidas a explotación agrícola o bien a explotación ganadera en terreno cercado.

#### **2.4.2.10.- Instalación de conductores**

##### **2.4.2.10.1 Instalación de conductores desnudos**

Los trabajos comprendidos en este apartado son los correspondientes a:

- Condiciones generales.
- Colocación de cadenas de aisladores y poleas.
- Instalación de protecciones en cruzamientos.
- Tendido de los conductores y cables de tierra.
- Realización de empalmes y amarres.
- Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos.
- Tensado.
- Regulado y medición de flechas.
- Compensación de cadenas e instalación de grapas suspensión.
- Elementos de unión y puentes.
- Colocación de antivibradores y contrapesos.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad específicas.
- Maquinaria auxiliar.

##### **2.4.2.10.2 Condiciones generales**

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo. El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Ingeniero-Director y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coiitaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5gVCLJLTYW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Ingeniero-Director lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido, herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el Contratista hallara al ser tendido el cable, deberá ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director por escrito.

#### 2.4.2.10.3 Colocación de cadenas de aisladores y poleas

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión, como de suspensión-cruce o de amarre tendrán la composición indicada en los planos de montaje del presente proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo. La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos. A tal fin, las cadenas cuya composición sea igual o superior a 12 elementos, se montarán disponiéndolas en el interior de armaduras que aseguren el cumplimiento de lo expuesto.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.

#### 2.4.2.10.4 Instalación de protecciones en cruzamientos

Son los dispositivos que deben colocarse en los cruzamientos con carreteras, caminos, líneas eléctricas y telefónicas etc., antes de iniciarse el tendido de los cables, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir la circulación.

Estarán compuestas, como mínimo, por 2 pies derechos y 1 travesañ horizontal que deberá ser de madera o material de similar dureza. El número de travesaños y pies derechos será tal que la longitud total de la protección exceda, como mínimo, 2 metros a cada lado del ancho total de la línea.

En los cruzamientos con caminos, líneas de Baja Tensión y líneas telefónicas se instalará una protección, por delante del obstáculo a cruzar y en el sentido de la línea a tender.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://coltiaron.es/Visado/verValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H">http://coltiaron.es/Visado/verValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

En los cruces con carreteras y autopistas se instalará una protección a cada lado de las vías. Y una en la mediana de separación en el caso de autopistas. En ambos casos se instalará una red que proteja las vías de posibles caídas de los cables.

Su instalación se realizará de forma que cumpla los Reglamentos vigentes para los servicios cruzados.

Estarán convenientemente atirantadas con un cable de acero de 9mm de diámetro.

Si los pies derechos van empotrados, su profundidad mínima será de 1,30 m para una altura hasta 8 metros, aumentando en 0,10 m por cada metro de exceso.

Cuando sea necesario el acoplamiento de postes, éste se realizará por medio de piezas metálicas adecuadas.

En los cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (cortes de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pudiera suceder, eximiendo en todo momento de responsabilidad al Ingeniero-Director.


El Contratista deberá solicitar los cortes de tensión con quince (15) días de antelación. Las líneas de tensión inferior a 66kV, podrán ser puenteadas por el Contratista con cable aislado siempre que lo considere oportuno el Ingeniero-Director. En todo momento se contará con el permiso de la Compañía Suministradora para realizar estos trabajos, estando siempre presente un responsable de la esta para la observación de la ejecución de los trabajos. Asimismo ésta facilitará al Contratista el cable aislado necesario para realizar un “by pass” de la línea de 66 kV.

#### **2.4.2.10.5 Tendido de los conductores y cables de tierra**

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolo por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables, esto es, en las cadenas de suspensión, en los apoyos de alineación, y en la punta de cruceta, en los de amarre.

Se denomina “serie” el tramo de línea comprendida entre dos apoyos de amarre entre los que se tenderá un conductor o una bobina. Una serie podrá comprender varios cantones.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables deslizan suavemente sobre las poleas.


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA210833
<a href="http://colitiaron.es/Visado/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H">http://colitiaron.es/Visado/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

El Contratista elegirá los emplazamientos de los equipos de tendido y de las bobinas teniendo en cuenta la longitud de las mismas, el número y la situación de los apoyos de amarre y las prescripciones que señala el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, respecto a la situación de empalmes. Con anterioridad suficiente, el Contratista presentará para su aprobación, el Plan General de Tendido, en el que se indicará, para cada serie, la ubicación de la maquinaria, bobinas, longitud de la serie, longitud de las bobinas y posible punto de empalme.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

Se podrá tender más de una bobina por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de freno. En este caso la unión de ambas bobinas, durante el tendido, se realizará mediante una camisa de dos puntas o cualquier otro tipo de empalmes provisional. Queda totalmente prohibido el paso de un empalme definitivo por una polea, durante el tendido.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma. Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.

Las bobinas se situarán perfectamente alineadas con la máquina de freno y traza de la línea.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

En los conductores que se observen rozamientos o rotura de alguna vena, bien procedente de fábrica o producidos durante el tendido, se podrán utilizar varillas o manguitos de reparación, o bien un empalme completo, si respecto a su situación el Reglamento lo autoriza. En todos los casos la reparación a efectuar deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero-Director.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



Las máquinas de freno y de tiro deberán situarse a una distancia de los apoyos tal, que el ángulo que forme el cable, a la salida o llegada de las mismas, con la horizontal, no supere los 26°. En la práctica se puede decir que:

“El cabrestante o freno se situará a una distancia mínima de la torre, que sea doble de la que hay entre la cota donde se instale la máquina y la polea superior en la torre”.

Para el manejo de cada una de estas máquinas deberá disponerse como mínimo de dos operarios dotados de emisoras que comuniquen perfectamente entre ellos.

En las líneas de media tensión con una longitud inferior a 300 m, y siempre que la sección del conductor no justifique la utilización de maquinaria y quede garantizado que el conductor no rozará con algún obstáculo, podrá autorizarse el tendido sin máquina de freno, sustituyéndola por gatos con sistema de freno efectivo. Todo lo mencionado se concederá con la autorización por escrito del Ingeniero-Director.

Durante el despliegue de los cables se situarán los operarios necesarios, provistos de emisoras, y en disposición de detener la operación de tendido de inmediato. Será necesario disponer de un operario en cada punto de cruce importante de la línea (carreteras, líneas eléctricas, obstáculos importantes, etc.).

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

Una vez definida la tracción máxima para una serie, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro y no podrá variarse el mismo sin contar con la autorización expresa del Ingeniero-Director.

Los cables pilotos empleados para ejercer la tracción sobre los cables deberán ser flexibles y antigiratorios, con una carga de rotura tal que el coeficiente de seguridad mínimo durante el tendido sea de cinco (5). La unión del piloto al conductor se realizará mediante bulones de rotación (giratorios), para compensar los efectos de torsión.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1TW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

La longitud de la serie a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio se puede considerar un máximo de 20 poleas por conductor y tramo, aunque este número se reducirá si existen poleas muy cargadas. No podrá iniciarse el tendido de un cable si se prevé que no podrá finalizarse en el día. No podrá detenerse la operación de tendido por un periodo mayor de dos horas. Según se vayan terminando los distintos cantones, se irá retirando el material sobrante así como las bobinas vacías de manera que éstas estorben el menor tiempo posible. Los daños producidos durante el tendido serán por cuenta del Contratista.

#### 2.4.2.10.6 Realización de empalmes y amarres

##### Grapas de amarre de compresión

El Contratista en caso necesario, dispondrá para la realización de la compresión de grapas de la prensa hidráulica adecuada con sus matrices correspondientes al diámetro de los conductores.

Las grapas de compresión, deberán ser limpiadas interior y exteriormente con cepillos y baquetas adecuados, debiendo limpiar el cable con gasolina en la zona donde se realizará la comprobación. Caso de efectuarse esta operación, sobre el terreno, se instalará una lona de al menos 2 x 2 metros, sobre la que se dispondrán las piezas necesarias y el utillaje. El corte de hilos de aluminio se realizará con útil adecuado (terraja cortadora o sierra) para no dañar jamás el alma de acero. Nunca podrá utilizarse tijeras o cizallas. Para evitar que se aflojen los hilos se colocarán unas retenciones de alambre al cable, por el punto de corte.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el conductor.
- Se dejará al descubierto el alma de acero con una longitud aproximada un 20% mayor que la longitud de la caña del émbolo de la grapa.
- Para evitar la oxidación se pintará con una pasta espesa de cromato de cinc o minio de plomo y aceite de linaza, el(los) extremo(s) del alma de acero del cable, antes de entrar en el manguito de acero, y el manguito de acero después de comprimido.
- Introducir el alma de acero en la caña del émbolo, haciendo tope en el fondo de éste.
- Comprimir con la matriz adecuada al diámetro del conductor, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el émbolo (desde la zona ondulada hacia el conductor).
- Limpiar con cepillo cuidadosamente e impregnar con grasa selladora toda la zona que quedará cubierta con el cuerpo de aluminio.
- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el émbolo.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Elegir la posición del émbolo (según interese por la posición de la cadena) mediante las muescas de la pala del cuerpo y el pivote situado en la balona o tope del émbolo.
- Comprimir con la matriz indicada la zona de grapa correspondiente a las ondulaciones del émbolo, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Comprimir con la misma matriz la zona de grapa correspondiente al conductor siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Una vez comprimido el émbolo se efectuará la medida de la distancia entre caras del hexágono resultante, que será una media de 3 medidas efectuadas entre cada pata de caras. Esta medida se comparará con la medida que viene marcada por el fabricante en dicho émbolo. Análogamente, una vez comprimido el conjunto del émbolo cuerpo grapa, se repetirá la operación anterior, pero en este caso la media se efectuará con 12 medidas de las cuales 3 de ellas se efectuarán en la zona de émbolo y el resto en la zona del conductor.

Se pondrá especial cuidado en que no se produzca embolsamiento del aluminio a la salida de la grapa. Todas las grapas comprimidas serán realizadas siempre en presencia del Ingeniero-Director, quien grabará una contraseña en la parte externa sin lo cual no podrán ser regulados los conductores. A todas las uniones atornilladas o comprimidas así como en las bocas de las grapas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

#### 2.4.2.11.- Grapas de amarre helicoidales (Retenciones Terminales Preformadas)

En las líneas de Distribución hasta 36 kV, en los amarres se utilizarán grapas de amarre helicoidales también denominadas retenciones terminales preformadas, que basadas en el arrollamiento helicoidal de las varillas preformadas, proporcionan una fuerza de agarre radial y constante sobre el conductor, no inferior al 90% de la carga nominal de rotura del propio conductor.

##### 2.4.2.11.1 Empalmes y manguitos de separación

Todo lo indicado para las grapas de comprensión, con relación a las medidas a tomar con respecto a limpieza, corte del conductor, medidas de hexágonos, embolsamientos de aluminio, supervisión, cintas auto-oxidantes, etc., será de aplicación a la ejecución de empalmes haciendo la consideración de que para éstos se sustituirán los émbolos por manguitos y con relación a los manguitos de separación, las de limpieza, medidas de hexágonos, etc.

Durante la sustitución de los empalmes provisionales por los definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto del conductor se mantenga con la tracción necesaria para que no llegue a tocar en tierra.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1YTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

En el caso de empalmes, se tomarán las medidas necesarias para conseguir que el manguito de acero quede perfectamente centrado respecto al de aluminio, siguiendo las instrucciones del fabricante.

#### 2.4.2.11.2 Arriostamiento vertical y horizontal de los apoyos

Antes de iniciar las operaciones de tensado, se atirantarán las torres de amarre de principio y final de la serie, siempre que no sean torres de fin de línea, en sentido de la línea y como un ángulo de los tirantes con la horizontal de 30°. Las crucetas de estos dos apoyos deberán ser atirantadas, siempre, para contrarrestar los esfuerzos verticales a los que se verán sometidas.

El resto de los apoyos de amarre de la serie se ventearán en sentido contrario al del tensor que se venga efectuando. Este atirantado puede obviarse, contando con la autorización expresa del Ingeniero-Director, siempre que se colocaran en su posición de amarre los cables de dos cantones contiguos, con su tensión mecánica en ambos lados del apoyo. Esto es, de forma que el apoyo quede con la tensión mecánica equilibrada en ambos lados. Las crucetas de estos apoyos sí deberán ser atirantadas siempre.

El atirantado, tanto horizontal como vertical, se realizará con cables de acero sección adecuada al esfuerzo que van a estar sometidos, afectados por un coeficiente de seguridad mínimo de 5.

Cada uno de estos tirantes llevará intercalado un tráctel que permita aumentar o disminuir la tracción del tirante.

#### 2.4.2.11.3 Tensado

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones.

Las operaciones de tensado podrán realizarse con un cabrestante, tráctel o cualquier otro tipo de maquinaria o útil adecuado, que estará colocado a una distancia horizontal mínima del apoyo de tense, igual a dos veces y media la altura del mismo, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de entrada y salida del cable piloto a su paso por la polea no sea inferior a 150°. Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán los cables a sacudidas.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un máximo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el asentamiento de los cables.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-visado.net/ValidadorCV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- **Instrucciones para la realización del tensado.**

A cada uno de los tramos en que quede dividida la línea entre cadenas de amarre la denominaremos “cantón”. Queda terminantemente prohibido tensar con las pinzas de amarre.

#### 2.4.2.11.4 Regulado y medición de flechas

##### Regulado

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos entre cadenas de amarre se le denominará “cantón”.

Se denominan “Vanos de Regulación” de un cantón aquéllos en los que se ha de medir la flecha, es decir, donde se ha de efectuar la regulación de los conductores. Se elegirá como tales los de mayor longitud y menor desnivel. Los denominados como “Vanos de Comprobación” son aquellos en los que se contrastarán los errores motivado por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.


Dependiendo de la longitud del “cantón”, el perfil del terreno, y la uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

1 Vano de regulación	1 Vano de comprobación
1 Vano de regulación	2 Vanos de comprobación
2 Vanos de regulación	3 Vanos de comprobación

No debiendo quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar. En todo caso el Ingeniero-Director decidirá el número de vanos de regulación y de comprobación necesarios.

La operación de regulado se realizará por medio de pull-lifts o trácteles en la cruceta punto de amarre o cabrestante situado en el punto de tiro del conductor. El tensado de los conductores se efectuará con arreglo a las tablas de tendido. La longitud de los vanos y desniveles será facilitada por el Contratista de las medidas tomadas una vez instalados los apoyos.

**COGITIAR**



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=dlKKP5gVcJLVTW2H>

---

22/2  
2021

---

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Si existen árboles que puedan estorbar para la regulación porque los conductores descansen en ellos, en su posición normal, deben ser cortados antes de la regulación y su necesidad se preverá con el tiempo suficiente para obtener el permiso necesario.

Si en un mismo cantón se han marcado dos vanos como de regulación, ésta debe ejecutarse simultáneamente en ambos, disponiendo el Contratista de los medios de comunicación necesarios para que las órdenes de tirar, aflojar y parar lleguen al cabrestante auxiliar de mano de forma simultánea, y si a éste llegan dos órdenes contradictorias, primero se ejecutará la del punto más alejado.

#### 2.4.2.11.5 Medición de flechas

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión o por el método de tablillas utilizando un teleflechas u otro dispositivo óptico similar.

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero. Se instalará el termómetro a la altura de las crucetas y si la serie tiene una longitud superior a un kilómetro, se colocarán tantos termómetros como vanos de regulación tenga, durante un tiempo mínimo de 30 minutos. Si la diferencia de temperatura entre dos puntos cualesquiera fuera de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  no podrá regularse.

En cualquiera de las operaciones tanto de tensado, regulado, marcado y correcciones a que diera lugar se mantendrá la instrucción anterior sobre los  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

El Contratista deberá marcar las flechas correspondientes a los vanos de regulación y comprobación en la situación mencionada en el plano correspondiente como la de “Flechas sobre poleas” para las operaciones de tensado y regulado, estableciéndose las correspondientes a “Flechas definitivas” para la comprobación final.

Cualquier variación de la Temperatura en  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  sobre la fijada para el marcado de flechas dará lugar a la corrección de las marcas para los distintos cables de la serie en las diversas operaciones.

Las tolerancias admisibles en las medidas de las flechas de los cables para cada uno de ellos, así como respecto a la de su situación en el conjunto serán:

- **Para cada cable independiente.**

En los vanos de la regulación y comprobación  $\pm 2\%$  de la flecha teórica con un máximo admisible de  $\pm 50$  cm. En el resto de los vanos, las tolerancias anteriores afectadas por el coeficiente 1,20 es decir,  $\pm 2,4\%$  con un máximo admisible de  $\pm 60$ cm.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- **Para el conjunto de los cables.**

Tanto en el plano vertical como en el horizontal,  $\pm 2\%$  de la flecha teórica, con un máximo de  $\pm 50\text{cm}$ . Una vez efectuado el regulado, se comprobarán las flechas en los vanos correspondientes antes de iniciar las operaciones de engrapado.

#### **2.4.2.11.6 Compensación de cadenas e instalación de grapas de suspensión**

##### **Compensación de cadenas**

Esta operación se realizará como mínimo a partir de las 48 horas siguientes al regulado contándose con la autorización previa del Ingeniero-Director.

En aquellos cantones en que por razón del perfil del terreno, los apoyos se hallen enclavados a niveles muy diferentes, el Contratista deberá conseguir mantener constante la tensión horizontal del conductor en las grapas de suspensión para la temperatura más frecuente del año y, por lo tanto, la verticalidad en las cadenas de aisladores de suspensión. No se admitirá que las mencionadas grapas se desplacen en sentido de la línea, un valor superior al 1% de la longitud de la cadena.

El proceso de compensación de cadenas será el siguiente:

- Se tomará como base la tabla de corrección de cadenas de cada uno de los cantones, en la que vendrá indicada la magnitud en cm de la corrección y el sentido de la misma.
- Se determinará como punto de referencia para las magnitudes de corrección, la proyección vertical del punto de fijación de la cadena sobre el conductor.
- A partir de este punto de referencia y con el sentido indicado en las tablas se llevará la magnitud de corrección correspondiente, que dará lugar a la marca del punto de engrape.
- Esta operación se repetirá en todas las torres de suspensión del cantón antes de proceder al engrapado.
- Si una vez engrapado el conductor se comprueba que por no haberlo marcado bien la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la cadena no queda dentro de los límites de tolerancia indicados, se procederá a desengrapar el conductor y a engrapar de nuevo considerando dichos límites de tolerancia.

##### **Instalación de grapas de suspensión**

Las grapas de suspensión armada serán instaladas sobre la segunda marca, una vez efectuada en la compensación.

El procedimiento de instalación es el siguiente:

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitarragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H">http://colitarragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- En primer lugar procederemos a instalar los manguitos de neopreno, centrándolos en el punto de engrapado ya definido; las dos mitades de los manguitos quedarán situadas de forma que su plano de unión sea horizontal.
- En segundo lugar se procederá a la colocación de las varillas de protección comenzando su instalación por el centro de la misma, aplicándose sobre el conducto primero hacia un extremo y después hacia el otro.
- El sentido del cableado de las varillas deberá ser el mismo que el de la capa externa de conductor sobre el que vaya a ser aplicado.
- Una vez finalizada la colocación de todas las varillas se procederá a la instalación de la grapa de suspensión.

Una vez terminada la operación de engrapado y amarrado de la serie, se comprobarán la flechas de los vanos de regulación y comprobación las cuales deberán coincidir con las indicadas en las Tablas de Tendido como “flechas después de engrapado”. Posteriormente, se comprobará la situación de “verticalidad” entre sí de las cadenas de suspensión, en cada apoyo.

#### 2.4.2.11.7 Elementos de unión y puentes

La brida de unión de la grapa de amarre de compresión con el puente postizo, se entregará cubierta con un papel especial que no se quitará hasta el momento del montaje de los puentes. Tanto en bridas, como en todas las uniones a través de las cuales circule la corriente, se usará una impregnación conductora, de la que de ninguna forma se puede prescindir. A todas las uniones atornilladas o comprimidas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

Asimismo, es fundamental dar el correspondiente par de apriete a los tornillos de todos los elementos cogidos al conductor ya que de no ser así, las vibraciones del conductor pueden aflojarlos, con el consiguiente riesgo de avería (“punto caliente”).

Para las líneas de Distribución se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las conexiones o empalmes en cobre-cobre o aluminio-aluminio se realizarán mediante manguitos a compresión adecuados al conductor respectivo, evitándose la tornillería, pero cuando sea imprescindible instalarla, ésta será de acero inoxidable calidad AISI/316 o equivalente en la norma europea.
- Las conexiones “bimetálicas” se realizarán mediante conectores de cuña a presión protegidos con masilla dieléctrica y las cubiertas adecuadas según las secciones de los conductores y especificaciones del fabricante y teniendo muy en cuenta que el aluminio irá siempre en la parte alta y el cobre en la parte baja.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/Visado/verValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



- Las conexiones bimetálicas se utilizarán para las conexiones de conductores de distinta naturaleza como Aluminio y Cobre, así como para las conexiones de Aluminio con aluminio. Para la conexión cobre-cobre sólo se utilizarán piezas de cobre, nunca “bimetálicas”.
- Los trabajos a compresión se harán con las matrices adecuadas. La compresión se hace en el cobre sin punzonado y en el aluminio con punzonado. En cualquier caso, se limpiará muy bien los conductores y se les dará grasa de contacto antes de hacer los empalmes.
- Las conexiones o empalmes “bimetálicos” se realizarán mediante cuñas a presión de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

No se efectuará ningún empalme que quede sometido a tracción mecánica. Los “puentes” de conexión a la aparatada serán lo más corto posible y con terminales reforzados.

En los puentes flojos se cuidarán su distancia a masa, y la verticalidad de los mismos así como, su homogeneidad.

PUENTES FLOJOS		
TENSION EN	Nº DE ELEMENTOS POR	ALTURA DEL PUENTE <sup>(1)</sup>
20	3 y 4	80
66	8	180
132	12	200
220	24	280

<sup>(1)</sup> Distancia mínima entre el conductor y las partes metálicas de la cruceta.

#### 2.4.2.11.8 Control de calidad

Antes de iniciar los trabajos se realizará una revisión conjunta por parte del Ingeniero-Director y el Contratista, de las herramientas, útiles, máquinas a emplear en la realización de los trabajos. En el transcurso de la obra en intervalos comprendidos entre uno y medio y dos meses, se realizarán revisiones similares a la antes mencionada.

Ninguna modificación de los elementos definidos para la obra (programa, persona, maquinaria, herramienta y proyecto) podrá ser realizada sin la autorización previa del Ingeniero-Director.

El Contratista, deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director los siguientes protocolos:

- Protocolo de mantenimiento de las máquinas y herramientas principales a utilizar en los trabajos: Vehículos, cabrestante, freno, poleas, trácteles, pull-lifts, carros, llaves dinamométricas, etc., así como de sus revisiones periódicas.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/Visado/verValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Protocolo de tendido de conductores y medición de empalmes y grapas, como indicación de los datos complementarios, relación de bobinas empleadas en cada cantón indicando longitud empleada y metros sobrantes.
- Protocolo de comprobación de regulado de las flechas de cada cantón, en los vanos de Regulación y Comprobación, así como las temperaturas y las tolerancias en flecha.
- Relación de daños producidos tanto a terceros como a instalaciones de la obra, incluidos los materiales que le hayan sido suministrados por parte de la Propiedad.

El Contratista al finalizar cada uno de los cantones, cumplimentará un protocolo, donde se reflejarán los datos reseñados en el proyecto para cada vano y la situación real de la construcción, así como un resumen del estado de los caminos, accesos y modificaciones del entorno, que deberá entregar al Ingeniero-Director, así como las fichas anteriormente mencionados. Estos datos se harán llegar a la Propiedad.

Asimismo dispondrá en obra de los siguientes elementos, tarados oficialmente:

- Comprobador dinamométrico para llaves.  
Dinamómetro de 4 T.

El Ingeniero-Director podrá realizar todos los controles e inspecciones que estime oportuno en cualquiera de las instalaciones o equipos, relacionados con la obra, así como en documentación preceptiva, en los plazos señalados y en cualquier otro que pudiera parecerle conveniente.

#### 2.4.2.11.9 Normas de seguridad específicas

Tanto el cabrestante como el freno deberán disponer de elementos de puesta a tierra. El Contratista, dispondrá de los juegos de puesta a tierra necesarios, así como de detectores de tensión a distancia preferentemente de tipo acústico.

En todos los cruzamientos que se efectúen con líneas eléctricas, además de la utilización de las protecciones indicados en el apartado referente a la "INSTALACION DE PROTECCIONES EN CRUZAMIENTOS", deben comprobarse (cuando la línea a cruzar esté en descargo) la ausencia de tensión colocándose las puestas a tierra correspondientes en ambos extremos del vano del cruce. Solo se cruzarán líneas con tensión cuando la misma esté constituida por cable aislado convenientemente protegido para evitar que una caída fortuita del cable pueda dañar el aislamiento y energizar el conductor que se esté tendiendo.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/Visado/verValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

En todos los trabajos en proximidad de elementos con tensión eléctrica, se observará lo dispuesto en las “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios” redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y “Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas” de UNELCO-AMYS.

En los cruzamientos sobre vías públicas de comunicación se situarán operarios a ambos lados del cruzamiento, según lo dispuesto en el vigente Código de Circulación, provisto de emisoras y de señales indicadoras de peligro, disponiendo asimismo la instalación de las señales de tráfico reglamentarias.

En los casos, en los que por la trascendencia del cruzamiento se estimara oportuno, se utilizarán elementos complementarios de seguridad para prevenir los posibles deslizamientos de vanos o rotura de los dispositivos de tense (estrobos fiadores, doble sistema de los elementos de tensa independientemente de la tracción, fiadores de las cadenas de suspensión, etc.). Estas medidas complementarias se dispondrán en todas las operaciones de tendido, tensado y regulado, hasta el amarre completo de la serie.

Cesarán los trabajos en los cables, cuando exista riesgo de tormenta eléctrica en la zona.

Los elementos de comunicación (radioteléfonos) deberán ser probados antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido, tensado o regulado.

Las poleas, giratorios, camisas, etc., deberán tener grabada su carga de trabajo.

Se dispondrá de un Plan de Seguridad para atención y evacuación de accidentados.

#### **2.4.2.11.10 Maquinaria auxiliar**

El Contratista deberá aportar toda la maquinaria y herramienta necesaria, para realizar con las debidas garantías técnicas la instalación de conductores, cables de tierra y accesorios. A este fin el Contratista deberá facilitar al Ingeniero-Director, para su aprobación, una relación de las herramientas y maquinaria que se van a emplear en las distintas operaciones de tendido. La aceptación de esta maquinaria dependerá exclusivamente del criterio del Ingeniero-Director.

#### **2.4.2.12.- Pintado de los apoyos**

No es objeto de este Pliego describir cómo se debe aplicar una protección superficial de los apoyos a base de pintura.

#### **2.4.2.13.- Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos**

Los apoyos llevarán la siguiente identificación:

- Numeración.
- Nombre de la Línea.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitiaron.es/Visado/next/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1TW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Advertencia de riesgo eléctrico.

#### 2.4.2.13.1 Fijación de la identificación

En el caso de la numeración, ésta irá rotulada con plantilla.

Las placas con el nombre de la línea y con la advertencia de riesgo eléctrico se sujetan de la forma que se describe a continuación, siempre y cuando el montante del apoyo traiga de fábrica un taladro exprofeso para su fabricación. Se prohíbe terminantemente realización de taladros para la fijación de las placas.

Para la fijación de la placa se empleará uno de estos métodos.

- *Brida + Prolongación.*

La brida se sujeta al montante del apoyo, y la placa se fija en la prolongación.

- *Cinta adhesiva de doble cara de espuma acrílica.*

Se prestará especial atención en la esmerada limpieza de las partes a unir.

#### 2.4.2.13.2 Líneas de media tensión

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-21 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE SECCIONAMIENTO

#### 3.1.- OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones que se han adoptado para la ejecución de las obras concernientes a la instalación y puesta en funcionamiento de centros de seccionamiento.

#### 3.2.- LOCAL

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes: El local de todo CS tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior, preferentemente de al menos de 1,10m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto. Los viales para el acceso al CS deben permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo. En ningún caso se admitirá el acceso a través de garaje o pasillo interior de un edificio, ni tampoco a través de zonas que no sean comunes. El acceso estará situado en una zona que con el CS abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

El local estará convenientemente defendido contra la entrada de aguas en aquellos lugares en que haya posibilidad de inundaciones o en las zonas de alto nivel freático. En todo caso, dicho nivel freático se encontrará como mínimo 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del C.S.

##### 3.2.1.- Dimensiones

Las dimensiones del CS deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación; Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.

- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.

- La instalación de las celdas prefabricadas de MT.

Para determinar las dimensiones del CS se establecen los siguientes criterios:

a) Se instalará el conjunto de las celdas de forma alineada. Debe dejarse el espacio libre necesario para una celda adicional, en previsión de una posible ampliación.

b) Se tendrán en cuenta las superficies de ocupación de la apartamentada y las de pasillos o zonas de maniobra.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1YTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

c) Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles deberán quedar perfectamente delimitadas y protegidas, respetándose las distancias indicadas en la Tabla 1 del RD 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

### 3.2.2.- Superficies de ocupación

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CS se tomarán en consideración las dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según ITC-RAT 14, no se incluye la separación a pared de la apartamenta que debe facilitar el fabricante. En el diseño de CS las zonas de servidumbre podrán superponerse. Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la apartamenta, su ancho de pasillo es el reglamentario.

### 3.2.3.- Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 3.3, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñarán procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre los equipos. Cuando sea necesario el empleo de la ventilación forzada, ésta deberá disponer de dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio (ITC RAT-14).

### 3.2.4.- Insonorización y medidas antivibratorias

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se preverá que los centros de seccionamiento lleven el correspondiente aislamiento acústico y medidas antivibratorias, de forma que con el CS en servicio, no se transmitan niveles superiores a los admitidos por las Ordenanzas Municipales si las hubiere, o en su defecto 40 y 30 dbA, respectivamente, según recomienda la Norma Básica de la Edificación vigente. El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12.

### 3.2.5.- Medidas contra incendios

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se tomarán las medidas de protección contraincendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 4.1 del ITC-RAT 14.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLTYW2H">http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLTYW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 3.2.6.- Construcción de la solera

La solera soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para cargas fijas y móviles antes indicadas. Cuando sea necesario, en la construcción de CS en edificio independiente, deberá realizarse un estudio geotécnico simplificado (un sondeo) para determinar si el terreno admite cimentaciones superficiales directas. En caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimentaciones, se realizarán cimentaciones profundas con micropilotes, o se estudiará un nuevo emplazamiento.

Cuando la solera sea de obra de fábrica, se hará con una capa de mortero de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión, estará elevada como mínimo 0,20 m sobre el nivel exterior y contendrá el mallazo equipotencial. Tendrá una ligera pendiente hacia el exterior o un punto adecuado de recogida de líquido, en el propio CS.

### 3.2.7.- Canalizaciones de entrada de cables

Los cables entrarán al CS a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas correspondientes por un sistema de fosos o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles.

Los fosos o canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables.

En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

### 3.2.8.- Piso y mallazo

El CS estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial para lo cual en el piso y a 0,10 m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 3 mm de diámetro como mínimo, con los nudos electrosoldados, formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra de protección mediante una pletina metálica o conductor de acero o cobre que sobresalga 0,50 m por encima del piso del CS, de sección mínima igual a la del enrejado.

## 3.3.- INSTALACION ELECTRICA

### 3.3.1.- Cables de MT

Los valores mínimos que deben tener los radios de curvatura que deben respetarse al instalar cables unipolares de aislamiento seco es  $10(D+d)$ , siendo D el diámetro del cable y d el del conductor.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofitaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

En el caso de centros de seccionamiento interior cuya alimentación provenga de una línea aérea, la entrada de líneas al CS será subterránea con conversión aerosubterránea en apoyo, entrando con cable seco de las características antes indicadas.

Los terminales serán del tipo enchufables.

### 3.3.2.- Aparamenta de MT

La aparamenta de MT será del tipo denominado bajo envolvente metálica, con dieléctrico y corte en SF6 del tipo “extensible”. Las características eléctricas de la aparamenta y el cumplimiento de las Normas deberá garantizarse mediante el correspondiente protocolo de ensayo. Los fusibles empleados en la protección de los transformadores serán del tipo “limitadores” de alto poder de ruptura (APR), que deberán cumplir con las Normas UNE 21.120 y ONSE 54.25-01, y los compartimentos dispuestos para alojar esos fusibles serán compatibles con las dimensiones de los fusibles indicadas en dicha Norma ONSE 54.25-01.

### 3.3.3.- Protección contra sobretensiones en MT

En caso de paso aéreo-subterráneo, se instalarán pararrayos de óxido metálico. Se colocará un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

### 3.3.4.- Alumbrado

Para el alumbrado interior del CS se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo dos puntos de luz. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores final de carrera.

## 3.4.- SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Los CS cumplirán las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al CS llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.410, modelo CE-14 con rótulo adicional “Alta Tensión - Peligro de muerte”.
- Todo CS se dotará de la señal CR 14 de Peligro Tensión de Retorno.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitarragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



- En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10. Las celdas prefabricadas de MT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.
- En un lugar bien visible del interior del CS se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- En todo CS y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICO PARTICULAR LÍNEA SUBTERRÁNEA

### 4.1.- Ejecución de la obra

#### 4.1.1.- Trazado

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se vayan a abrir las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen puentes o llaves para la contención del terreno. Si se conocen las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones necesarias.

Se realizará la señalización de los trabajos de acuerdo con la normativa vigente y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos y personal.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar

#### 4.1.2.- Demolición de pavimentos

Se efectuará con medios manuales o mecánicos, trasladando a vertedero autorizado los cascotes y tierras sobrantes.

Para dar cumplimiento a la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública, las herramientas neumáticas que hayan de utilizarse, así como los compresores, serán del tipo insonorizados.

Cuando se trate de calzadas con mortero asfáltico u hormigón en masa se efectuara previamente un corte rectilíneo de una anchura 5-10 cm superior a la anchura de la zanja tipo.

#### 4.1.3.- Apertura de zanjas

Antes del inicio de la obra se obtendrá de las Empresas de Servicios la afectación que la traza indicada en el plano de obra tiene sobre sus instalaciones. Será responsabilidad de la Empresa que ejecuta los trabajos, cualquier daño ocasionado a terceros.

Se iniciará la obra efectuando catas de prueba con objeto de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido.

Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

En el caso de que exista o se prevea la instalación de nuevos servicios y estos comprometan la seguridad del tendido de la red subterránea de MT, se aumentará la profundidad de la zanja.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 55116  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Se procurará dejar un espacio mínimo de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Si existen árboles en las inmediaciones de la ubicación de la canalización, se definirán con el servicio de conservación de parques y jardines del Ayuntamiento, o con el Organismo que corresponda las distancias a mantener.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán los pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial del Organismo competente

En el caso de construcción de nuevas tubulares para cruces, se procederá a la realización de las mismas por carriles de circulación, abriendo y tapando sucesivamente hasta el último en que se colocarán los tubos, se hormigonarán y se continuará con los tramos anteriores.

Cuando la naturaleza del tráfico rodado permita la colocación de planchas de hierro adecuadas, no se tapaná la zanja abierta, teniendo la precaución de fijarlas sobre el piso mediante elementos apropiados.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las indicadas en el proyecto.

El fondo de la zanja deberá estar en terreno firme para evitar corrimientos en profundidad que pudieran someter a los cables a esfuerzos por estiramiento.

#### 4.1.4.- Canalizaciones

Las zanjas a construir deberán ser paralelas a la línea de bordillo a una distancia tal que permita salvar los albañales de recogida de aguas y futuras construcciones de éstos.

En el caso de tubulares directamente enterrados estos se instalarán sobre un lecho de arena y posteriormente serán cubiertos también con arena. Las dimensiones serán las indicadas en el proyecto.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

Para tubos en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón HNE-15/B/20 de 6 cm de espesor.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

El bloqueo de los tubos se llevará a cabo con hormigón de resistencia HNE-15/B/20 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m<sup>3</sup> cuando se realice a pié de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles. Para permitir el paso del hormigón se utilizarán separadores de tubos.

Terminada la tubular, se procederá a su limpieza interior.

El hormigón de la tubular no debe llegar hasta el pavimento de rodadura, pues facilita la transmisión de vibraciones. Cuando sea inevitable, debe intercalarse una capa de tierra o arena que actúe de amortiguador.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables, yeso o mortero ignífugo.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán a distinta profundidad los tubos previstos para la MT y para la BT.

En tramos largos se evitará la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

#### **4.1.5.- Transporte, almacenamiento y acopio de los materiales a pié de obra**

El transporte y manipulación de los materiales se realizará de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y evitando que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el acopio no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera o un embalaje adecuado.

Las bobinas se transportarán siempre de pié. Para su carga y descarga deberán embragarse las bobinas mediante un eje o barra de acero alojado en el orificio central. La braga o estrobo no deberá ceñirse contra la bobina al quedar ésta suspendida, para lo cual se dispondrá de un separador de los cables de acero. No se podrá dejar caer la bobina al suelo, desde la plataforma del camión, aunque este esté cubierto de arena.

Los desplazamientos de la bobina por tierra se harán girándola en el sentido de rotación que viene indicado en ella por una flecha, para evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando deba almacenarse una bobina en la que se ha utilizado parte del cable que contenía, se sellarán los extremos de los cables mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad. Las bobinas no se almacenarán sobre un suelo blando.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

#### 4.1.6.- Tendido de cables

##### 4.1.6.1.- Emplazamiento de las bobinas para el tendido

La bobina del cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del mismo se efectúe por su parte superior, y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido.

Los elementos de elevación necesarios para las bobinas son gatos mecánicos y una barra de dimensiones convenientes, alojada en el orificio central de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

La elevación de ésta respecto al suelo es deben ser de unos 10 ó 15 cm como mínimo.

Al retirar las duelas de protección, se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para desclavarlas pueda dañar el cable.

##### 4.1.6.2.- Ejecución del tendido

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados, no se permitirá el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad y asegurar la estanquidad de los conductores.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y a 10 veces su diámetro una vez instalado. En ningún caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las normas UNE correspondientes, relativas a cada tipo de cable.

El deslizamiento del cable se favorecerá con la colocación de rodillos preparados al efecto; estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro, dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impidan que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Esta colocación, será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que faciliten el deslizamiento, deben disponerse otros verticalmente, para evitar el ceñido del cable contra el borde de la canalización en el cambio de sentido. Igualmente debe vigilarse en las embocaduras de los tubulares donde deben colocarse protecciones adecuadas.

Para evitar el roce del cable contra el suelo a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

En general el tendido de los conductores se realizará mediante dispositivos mecánicos (cabestrante o máquina de tiro y máquina de frenado). Sólo en líneas de pequeña entidad se permitirá el tendido manual y, en cualquier caso, será obligatorio el uso de cables piloto.

Las máquinas de tiro estarán accionadas por un motor autónomo, dispondrán de rebobinadora para los cables piloto y de un dispositivo de parada automática.

Las máquinas de frenado dispondrán de dos tambores en serie con acanaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor (de aluminio, plástico, neopreno...), cuyo diámetro no sea inferior a 60 veces el del conductor que se vaya a tender.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles, antigiratorios y estarán dimensionados teniendo en cuenta los esfuerzos de tendido y los coeficientes de seguridad correspondientes para cada tipo de conductor. Se unirán al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

Para permitir la fijación del cable a la cuerda piloto del tren de tendido la guía del extremo se colocará una mordaza tiracables a la que se sujetará la cuerda piloto.

Estas mordazas, consisten en un disco taladrado por donde se pasan los conductores sujetándolos con manguitos mediante tornillos. El conjunto queda protegido por una envolvente, (el disco antes citado va roscado a éste interiormente) que es donde se sujeta el fiador para el tiro.

La tracción para el tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno puedan desplegarse los conductores. Deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie y no será superior a 3 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares de aluminio según UNE 211620.

Una vez definida la tracción máxima para un conductor, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los conductores en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán en la longitud indicada en el proyecto o en su defecto por el técnico encargado de obra.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas. Si involuntariamente se causa alguna avería en dichos servicios, al terminar el trabajo, las instalaciones averiadas deberán dejarse en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.

No se pasarán por un mismo tubo más de una terna de cables unipolares.

Los extremos de los tubulares deberán quedar sellados.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJL1TW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

#### 4.1.7.- Protección mecánica y señalización

El cable se protegerá mecánicamente mediante placa de polietileno normalizada, según se indica en los planos correspondientes y solamente para cable en tubo directamente enterrado.

Adicionalmente, todo conjunto de cables deberá estar señalado por una cinta de atención colocada a la distancia indicada en el correspondiente plano.

#### 4.1.8.- Cierre de zanjas

En tubo directamente enterrado, en el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena de río de un espesor de 5 cm sobre la que se depositara el tubo a instalar, que se cubrirá con otra capa de arena de idénticas características hasta la altura indicada en el proyecto; sobre esta se colocara como protección mecánica placas de plástico sin halógenos (PE), colocadas longitudinalmente al sentido del tendido del cable.

En todos los casos, incluido el tubo hormigonado, a continuación se extenderá otra capa, con tierra procedente del la excavación, de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas.

A continuación, se rellenara la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.


En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Se instalara la cinta de señalización que servirá para indicar la presencia de los cables durante eventuales trabajos de excavación según indican los planos del proyecto

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizara o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm. En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

En las zonas donde se requiera efectuar reposición de pavimentos, se rellenará hasta la altura conveniente que permita la colocación de éstos.

Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse durante el tiempo de garantía exigido.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://coltiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H">http://coltiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Si en la excavación de las zanjas, los materiales retirados no reúnen las condiciones necesarias para su empleo como material de relleno con las garantías adecuadas, por contener escombros o productos de desecho, se sustituirán por otros que resulten aceptables para aquella finalidad.

En cualquier caso se atenderá a lo que establezca la Administración competente en sus Ordenanzas o en la licencia de obras (acopio obligatorio de nuevas, etc.).

#### 4.1.9.- Reposición de pavimentos

La reposición de pavimento, tanto de las calzadas como de aceras, se realizará en condiciones técnicas de plena garantía, recortándose su superficie de forma uniforme y extendiendo su alcance a las zonas limítrofes de las zanjas que pudieran haber sido afectadas por la ejecución de aquellas.

En los casos de aceras de losetas, éstas se repondrán por unidades completas, no siendo admisible la reposición mediante trozos de baldosas.

En los casos de aceras de aglomerado asfáltico en las que la anchura de las zanjas sea superior al 50% de la anchura de aquéllas, la reposición del pavimento deberá extenderse a la totalidad de la acera.

#### 4.1.10.- Empalmes y terminaciones

Para la confección de empalmes y terminaciones se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes.

Los operarios que realicen los empalmes y terminaciones, conocerán y dispondrán de la documentación necesaria para su ejecución prestando especial atención en los siguientes aspectos:

- Dimensiones del pelado de cubierta, semiconductora externa e interna.
- Utilización correcta de manguitos y engaste con el utillaje necesario
- Limpieza general.
- Aplicación del calor uniforme en los termo retráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

Tras realizar las terminaciones, las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos.

#### 4.1.11.- Señalización de la obra

La señalización de las zonas de trabajo, se realizará de acuerdo con el estudio básico de Seguridad y Salud que figure en el proyecto, así como por todo lo recogido en el plan de de seguridad y salud efectuado por el contratista antes de empezar la ejecución y aprobado por el técnico de Seguridad y Salud responsable de la obra.

Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLTYW2H">http://colitiaraigon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPS6GVCJLTYW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

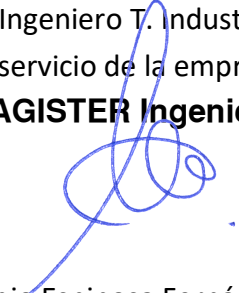



#### 4.1.12.- Ensayo conductores

Con carácter previo a la puesta en servicio de las líneas subterráneas de Media Tensión se ensayarán los conductores de acuerdo a lo indicado en la ICT-LAT 05 y 06.

Zaragoza, febrero de 2021

El Ingeniero T. Industrial  
Al servicio de la empresa  
**MAGISTER Ingeniería**

  
Sergio Espinosa Fernández  
Colegiado nº 5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833 <a href="http://colitragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H">http://colitragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

**DOCUMENTO IV**  
**PRESUPUESTO**

---

**INDICE**

1.- PRESUPUESTOS PARCIALES ..... 1

    1.1.- RED SUBTERRÁNEA MEDIA TENSION..... 1

    1.2.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN, MEDIDA y  
TRANSFORMACIÓN..... 2

2.- PRESUPUESTO TOTAL..... 3



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 1.- PRESUPUESTOS PARCIALES

### 1.1.- RED SUBTERRÁNEA MEDIA TENSION


CONCEPTO	CANTIDAD
Zanja para doble circuito de MT en tierra bajo tubo hormigonado, apertura mixta, se incluye, limo, placa de señalización y reposición con material extraído y compactación.	34,90
Tendido conductor 2 x RH5Z1 12/20KV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al	48,90

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 1.2.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN, MEDIDA y TRANSFORMACIÓN

CONCEPTO	CANTIDAD		
Instalación edificio prefabricado incluida excavación, transporte y asentamiento del mismo, instalación y conexión de PAT bajo edificio, reposición superficial, señalización y sellado de entrada de cables, incluido camino de acceso a Planta Fotovoltaica y CM.	1	 <a href="http://coGITAR.gon-e-Visado.net/Validar.aspx?CSF=61KXK9d5gTc0LdV1W4F">http://coGITAR.gon-e-Visado.net/Validar.aspx?CSF=61KXK9d5gTc0LdV1W4F</a> COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA210833	
Edificio prefabricado en 24KV tipo PFU 5 o similar, incluyendo alumbrado y red de tierras interior.	1		
Acera perimetral edificio prefabricado	1		
Celda de SF6 de función de línea 24KV 630A 20KA con mando motor.	3		
Celda de SF6 de función de interruptor-automático 24KV 630A 20KA con mando motor, incluyendo protecciones.	1		
Celda de servicios auxiliares con Trafo 15/0,8kV y 0,6kVA.	1		
Celda de Remonte 24KV 630A 20KA	1		
Celda de Medida, incluyendo 3 TT y 3 TI	1		
TRAFO 800 KVA	1		22/2 2021
Redes de puesta a tierra de herrajes	1		Habilitación Coleg: 5516
Proyecto centro de seccionamiento, protección medida y transformación prefabricado y red subterránea de Media Tensión, visado y dirección de obra.	1		Profesional: ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 2.- PRESUPUESTO TOTAL

DENOMINACIÓN	IMPORTE
RED SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN	9.780,87 €
CENTRO DE SECC., PROTECCIÓN, MEDIDA y TRANSF.	82.621,78 €
<b>TOTAL</b>	<b>92.402,65 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de "RED SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN 15 KV A/Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 800 KVA PREFABRICADO PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA DE PLANTA FOTOVOLTAICA 750 KW Z Aidana EN LA ZAIDA (ZARAGOZA)" asciende a la expresada cantidad de:

**"NOVENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS DOS EUROS CON SESENTA Y CINCO CENTIMOS"** I.V.A. no incluido

Zaragoza, febrero de 2021

El Ingeniero T. Industrial  
Al servicio de la empresa  
**MAGISTER Ingeniería**

Sergio Espinosa Fernández  
Colegiado nº 5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## DOCUMENTO V

# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## ÍNDICE

1.	OBJETO .....	2
2.	NORMATIVA .....	2
3.	ALCANCE .....	2
4.	DATOS GENERALES .....	2
	4.1. TIPO DE TRABAJO.....	2
	4.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES.....	2
	4.3. CLIMATOLOGÍA.....	2
	4.4. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	2
	4.5. NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS.....	3
	4.6. OFICIOS.....	3
	4.7. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	4
	4.8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES.....	4
5.	ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS.....	4
	5.1. RIESGOS GENERALES.....	4
	5.2. RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS .....	4
	5.2.1. Trabajos Con Ferralla .....	7
	5.2.1.1. Riesgos más Comunes .....	7
	5.2.1.2. Medidas Específicas .....	7
	5.2.2. Trabajos de Encofrado y Desencofrado .....	7
	5.2.2.1. Riesgos más Comunes .....	7
	5.2.2.2. Medidas Específicas .....	22/2
	5.2.3. Trabajos con Hormigón .....	2021
	5.2.3.1. Riesgos más Comunes .....	Profesional
	5.2.3.2. Medidas Específicas .....	Primaria
	5.2.4. Maniobras de Izado, Situación en Obra y Montaje de Equipos y Materiales. ....	Firma
	5.2.4.1. Riesgos Específicos. ....	Firma
	5.2.4.2. Medidas Específicas .....	Firma
	5.2.5. Maquinas y Medios Auxiliares.....	Firma
	5.2.6. Instalaciones Eléctricas Provisionales .....	Firma
6.	PROTECCIONES PERSONALES .....	Firma
7.	FORMACIÓN PERSONAL.....	14
	7.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA. ....	14
	7.2. CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS .....	14
8.	MEDICINA ASISTENCIAL .....	14
	8.1. CONTROL MEDICO .....	15
	8.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS .....	15
9.	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD .....	15



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 http://coigitaragon.e-visaio.net/feildarsiv.aspx?CSV=SIKIKRPSGVC4.VTW4H

22/2  
 2021  
 Profesional  
 Primaria  
 Firma

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional  
 Primaria  
 Firma



## 1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene por objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan durante la ejecución de los trabajos del proyecto objeto de estudio.

## 2. NORMATIVA

Para la realización del presente estudio se ha tenido en cuenta la siguiente Normativa:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre sobre los criterios de planificación, control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad y Salud que deben tenerse presentes en la Ejecución de los Proyectos de Construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9 de Marzo de 1971), los Capítulos y Artículos no derogados por la Ley 31/95.
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. 16 de Diciembre de 1.987)

## 3. ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el citado proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas que intervengan en la ejecución de estos.

## 4. DATOS GENERALES

### 4.1. TIPO DE TRABAJO

El trabajo en la ejecución del Proyecto de “RED SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN 15 KV A/CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 800 KVA PREFABRICADO PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA DE PLANTA FOTOVOLTAICA 750 KW “ZAIDANA” EN LA ZAIDA (ZARAGOZA)” consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases principales de construcción:

- Pequeña Obra Civil.
- Montaje de estructuras metálicas.
- Montaje de contenedores prefabricados.
- Montaje de la instalación eléctrica B.T.
- Montaje de Cuadros, cableado y conexionado.
- Pruebas y Puesta en Marcha de los distintos Equipos y Sistemas.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISA Nº: 12/A210832 <a href="http://coltiaranon.e-Visado.net/validarCSV.aspx?CSV=091K1KPR5GVCJLVTW2H">http://coltiaranon.e-Visado.net/validarCSV.aspx?CSV=091K1KPR5GVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 4.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales por ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo, Excavación y Cimentación.
- Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Montaje de estructuras y cerramientos.
- Maniobra de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales.
- Tendido y conexionado de cables.
- Montaje de Instalaciones.
- Suelos y Acabados.

Más adelante analizaremos los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

## 4.3. CLIMATOLOGÍA

La climatología de la zona es de tipo continental, con inviernos fríos y veranos calurosos.

## 4.4. PLAZO DE EJECUCIÓN

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del Proyecto es de 10 días.

## 4.5. NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS

El número aproximado de trabajadores totales previstos, para realizar las distintas actividades del proyecto, serán unos 8, estimándose una punta máxima de 6.

## 4.6. OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada.
- Albañiles
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Soldadores
- Cableadores y Conexionistas
- Pintores



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPSGVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Gruistas y Maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

#### 4.7. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica -oxicorte.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Cablestante de izado.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Martillo rompedor y picador, etc.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.


<b>COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN</b> <b>VISADO VIZA210833</b> <small>http://colitariagon.e-Visado.kk#/alidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLVTW2H</small>
<b>22/2</b> <b>2021</b>
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

Equipos de medida

- Comprobador de secuencia de fases.
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétricas.

#### 4.8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

#### 5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son los siguientes:

##### 5.1. RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores independientemente de la actividad concreta que realicen.

Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISA DO VIZA210833 http://cogitaragon.es/ando/mo/validarCSV.aspx?CSV=8IKKFKR/CJLV2H
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamiento entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.

### Protecciones Colectivas

- Se montará Protección Mecánica en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material inifugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona inifuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.

### 5.2. RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan solo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 5.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO: VIZA210833  
 http://colitariagon.e-visado.com/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPRSGGJLLTYW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 5.2.1. Trabajos Con Ferralla

### 5.2.1.1. Riesgos más Comunes

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de estas.
- Torcedura de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

### 5.2.1.2. Medidas Específicas

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1.50m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres del armado.

## 5.2.2. Trabajos de Encofrado y Desencofrado

### 5.2.2.1. Riesgos más Comunes

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.)
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

### 5.2.2.2. Medidas Específicas

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISA DO : VIZA210833  
http://colitariagon.es/validacion/validacion.asp?x7CSV=8IKKIGVVCJLVTW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

– El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.

### 5.2.3. Trabajos con Hormigón

#### 5.2.3.1. Riesgos más Comunes

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atropellamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocuación por ambientes húmedos.

#### 5.2.3.2. Medidas Específicas

- Vertidos mediante canaleta:
  - Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
  - No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.
- Vertidos mediante cubo con grúa:
  - Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
  - No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
  - La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
  - El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPSGVCJLVTW2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Española  
Profesional  
ESPINOSA FERNANDA  
SERGIO


## 5.2.4. Maniobras de Izado, Situación en Obra y Montaje de Equipos y Materiales.

### 5.2.4.1. Riesgos Específicos.

- Caída de materiales, equipos o componentes de estos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre las personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento o aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, viviendas, etc.)
- Caída o vuelco de los medios de elevación.

### 5.2.4.2. Medidas Específicas

- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de las cargas o equipos para su ubicación definitiva se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con medios mecánicos los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje, la capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- La zona de trabajo sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos y estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montaje hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VISA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidaCSV.aspx?CSV=8IKKPS6VCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, BERGIDA



– Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

### 5.2.5. Maquinas y Medios Auxiliares

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de la maquinaria y medios auxiliares.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos de la forma siguiente.

#### Máquinas fijas y herramientas eléctricas.

- Accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

#### Medios de Elevación.

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, grillete, o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante operaciones de movimiento de cargas.

#### Andamios, Plataformas y Escaleras.

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.)

#### Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

### Medidas Específicas

#### Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas encuentren totalmente apoyadas.

Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

#### Para evitar la caída de personas:

Colocarán protecciones mecánicas en los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m. del suelo.

Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán prácticamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada mas finalizar estas.

Los andamios que se utilicen (molduras o tubulares) cumplirán los requerimientos condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T., destacando entre otras:

- Superficie de apoyo horizontal y resistente.
- Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
- No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
- En altura (mas de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- Se instalarán cuerdas o cables fijadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO : Zaida 10833  
 https://colitariagon.es/validacion/validacion.aspx?CSV=8IKKPSGVCJLVTW

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
  - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
  - La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
  - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
  - Colocarla con la inclinación adecuada.
  - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

#### 5.2.6. Instalaciones Eléctricas Provisionales


La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

#### Medidas específicas

Serán estancos, y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA210833
http://colitargon-e- validacion.net/ValidarCSV.aspx?CSV=KKP5gJL1L7W2H
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

– Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.

– Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

## 6. PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.


Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactivado.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.).
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

Todos los equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1470/92 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.I. España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA210833
<a href="http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H">http://colitariagon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPSGVCJLVTW2H</a>
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ DE ERGIO

## 7. FORMACIÓN PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

### 7.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO A OBRA.

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, medidas previstas para evitarlos, Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y aspectos generales de Primeros Auxilios.

### 7.2. CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

## 8. MEDICINA ASISTENCIAL

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.



- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

### 8.1. CONTROL MEDICO

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

### 8.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias y médicos locales.


## 9. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Con el fin de comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad, el Coordinador de Seguridad durante la Obra realizará cuantas visitas e inspecciones considere oportunas.

En el caso de efectuarse alguna anotación en el libro de incidencias el Coordinador de Seguridad estará obligado a remitir en el plazo de 24 horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la Obra.

Zaragoza, febrero de 2021  
El Ingeniero T. Industrial  
Al servicio de la empresa  
**MAGISTER Ingeniería**

Sergio Espinosa Fernández  
Colegiado nº 5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

	COLEGIADO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISTADO : VIZADA 0830	
22/2 2021	
Habilitación Coleg: 5516	
Profesional ESPINOSA FERNÁNDEZ, SERGIO	



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPF5GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

**DOCUMENTO VI**  
**GESTIÓN DE RESIDUOS**

## ÍNDICE

1.- OBJETO.....	1
2.- NATURALEZA DE LOS RESIDUOS .....	1
3.- VOLUMEN GENERADO DE RESIDUOS.....	2
4.- ALMACENAMIENTO.....	2
5.- RECOGIDA .....	3
6.- TRATAMIENTO .....	3
7.- RECICLADO .....	4
8.- COSTES GESTIÓN DE RESIDUOS .....	4



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://coltiaranon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



## 1.- OBJETO

El objeto del presente apartado es dar cumplimiento al preceptivo estudio de residuos tóxicos, en cumplimiento al Real Decreto 105/2008 del 1 de Febrero 2008.


## 2.- NATURALEZA DE LOS RESIDUOS

Los residuos generados por la instalación u obra que conlleva este proyecto entran en la clasificación de residuo inerte, es decir, aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, no reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado son insignificantes.

Estos residuos son los resultantes del excavado y levantamiento de tierras o aceras para la ejecución de redes subterráneas (o para la instalación de la red de tierras del CT), o de cimentación u otro elemento constructivo necesario para la adecuación del recinto para la instalación del CT.

Según la clasificación a seguir 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, los posibles residuos que pueden generarse se corresponden con la siguiente clasificación:

- 01 04 08: Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
- 01 04 09 Residuos de arena y arcillas
- 17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.
- 17 05 04 Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
- 10 13 Residuos de la fabricación de cemento, cal y yeso y de productos derivados.
- 10 13 14 Residuos de hormigón y lodos de hormigón

	COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
http://coltimgon.es/estado/validador.aspx?CSV=8IKK10000VCJW2H	VISADO VIZ/210833
	22/2 2021
	Habilitación Coleg: 5516 Profesional: ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

### 3.- VOLUMEN GENERADO DE RESIDUOS

Los residuos generados en las obras implicadas en la ejecución del presente proyecto vienen generados por las siguientes partidas:


- Excavación para la realización de cimentación de edificio prefabricado y redes de tierras: dicha actividad supone la extracción de **14,96 m<sup>3</sup>** de tierra.
- Excavación para la realización de cimentación de apoyo de celosía: dicha actividad supone la extracción de **2,62 m<sup>3</sup>** de tierra.
- Excavación para la realización de red subterránea de media tensión: dicha actividad supone la extracción de **19,44 m<sup>3</sup>** de tierra.
- Material de construcción proveniente de cortes o sobrantes (ladrillo cerámico, mortero, etc.); **1,5 m<sup>3</sup>**.
- Materiales eléctricos sobrantes: (cables, conectores, etc): No apreciables.

### 4.- ALMACENAMIENTO

El almacenamiento que se va a producir es prácticamente nulo, ya que se hace retirada de los productos sobrantes de forma continua y en vertedero autorizado. Dicha actuación se limita a la separación pertinente de los residuos y/o la gestión por entidades autorizadas para el manejo, separación y, en su caso otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra que estas últimas tengan asignadas.

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo al órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma correspondiente, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someter a autorización el ejercicio de estas actividades.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible,

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VZA210833 http://coltara.on-e-Visado.net/AracSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H	22/2 2021	Habilitación Coleg: 5516
---	--------------	--------------------------

el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

## 5.- RECOGIDA

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlos al órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma correspondiente, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someter a autorización el ejercicio de estas actividades.

En cualquier caso, siempre se seguirá lo dispuesto en la norma UNE 134002:1999 Gestión de eliminación de Residuos Inertes de derribo y demás residuos de la construcción.

## 6.- TRATAMIENTO


Entendiendo por tratamiento cualquier proceso físico, térmico, químico o biológico incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición de los residuos generados en la obra o instalación, no se contempla, debido a la naturaleza de los residuos, otra actividad que no sea la de la clasificación, preparación, y separación de los desechos, además de preparar la documentación e informes exigidos en el Decreto 105/2008 de 1 de Febrero 2008.

Se reducirá en lo posible el volumen o la peligrosidad de los materiales residuales facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

Según la Orden MAM/304/2002, el destino de los residuos es el siguiente:

D12 Depósito permanente

D5 Vertido en lugares especialmente diseñados

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VIZADA: VIZA210803 http://cofingen.aragon.es/visado/nextValidarCSV.aspx?CSV=8IKKPR5GVCJLVTW2H
22/2 2021
Habilitación Coleg: 5516 Profesional: ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## 7.- RECICLADO

La entidad propietaria no contempla, debido a la naturaleza de los residuos, tratamientos posibles de reciclado que no sean aquellos a los que los propios organismos autorizados y encargados de las actividades de recogida y almacenamiento hayan legalmente dispuesto para el ajeno al de la propiedad.

## 8.- COSTES GESTIÓN DE RESIDUOS

La valoración de los costes asociados a la gestión de residuos se incluye en el presupuesto general del proyecto, y en particular en los presupuestos de la obra civil.

Se estiman las toneladas T de residuos (totales) en función de los m<sup>2</sup> desplazados utilizando parámetros estimativos, tales como la altura de la mezcla de residuos (unos 20 cm) y una densidad tipo d (1,5 t /m<sup>3</sup> a 0,5 t /m<sup>3</sup>)

Dichos costes por lo comentado anteriormente no incluyen almacenamiento ni tratamiento alguno, así pues, se separan en:

- Separación, manejo, gestión de residuos
- Recogida y transporte
- Vertido conforme a la directiva 99/31/CE



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISA Nº : VIZA210833  
<http://colitariagon.es/validacion/validacion.aspx?CSW=001KIKP5GVCJLVTW>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6GVCJLVTW2H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

## DOCUMENTO VII

### PLANOS

## ÍNDICE

### PLANO Nº01

SITUACIÓN - EMPLAZAMIENTO

### PLANO Nº 02

PLANTA GENERAL

### PLANO Nº 03

PLANTA INSTALACIÓN

### PLANO Nº 04

PLANTA-PERFIL

### PLANO Nº 05

MEDIOAMBIENTE

### PLANO Nº 06

ZANJA TIPO

### PLANO Nº 07

APOYO DOBLE CONVERSIÓN Nº25

### PLANO Nº 08

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU 5

### PLANO Nº 9

ESQUEMA UNIFILAR

### PLANO Nº 10

SISTEMA TELEMANDO

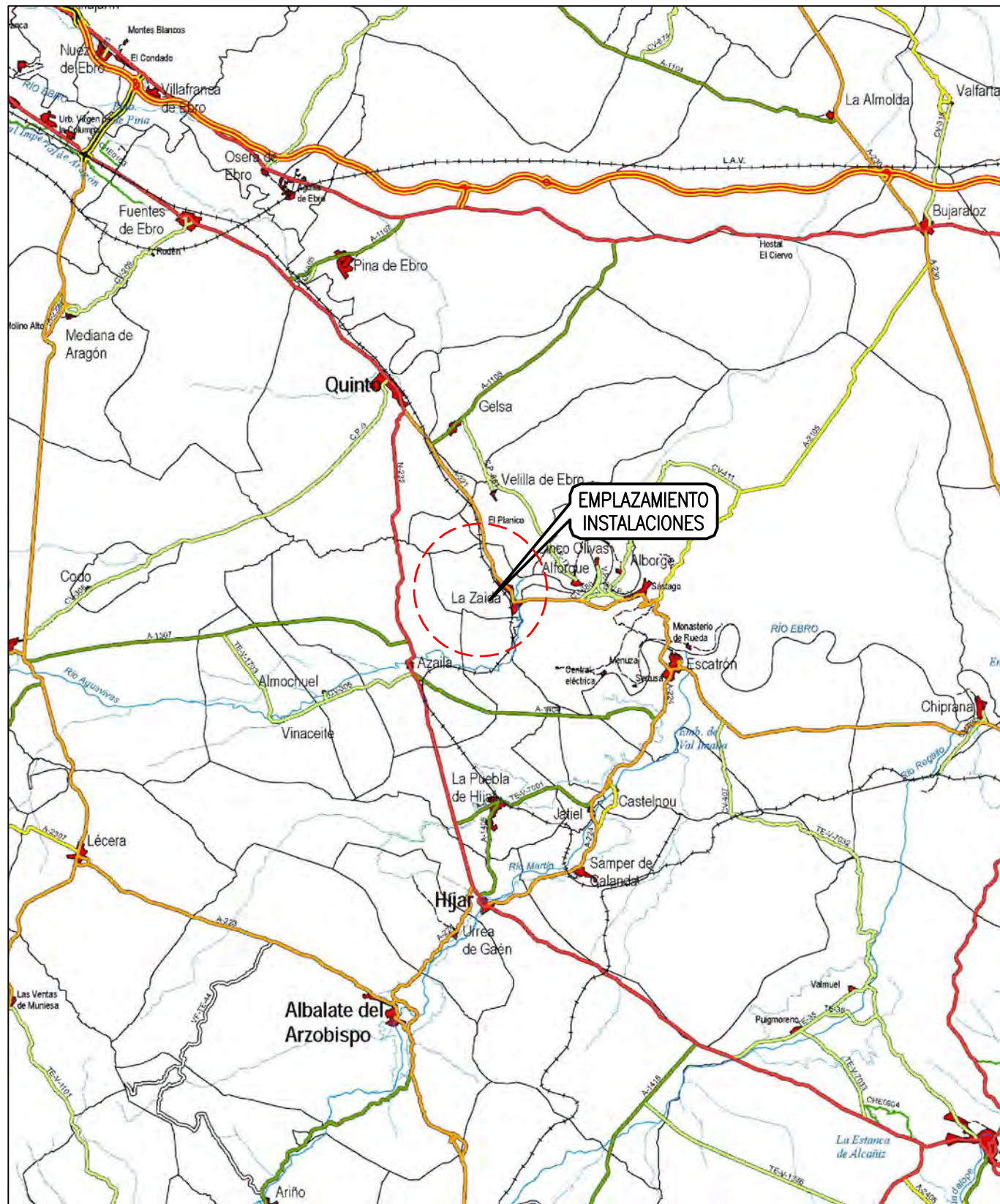


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cofiaragon.e-Visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=9IKKPS6VCJLVTW2H>

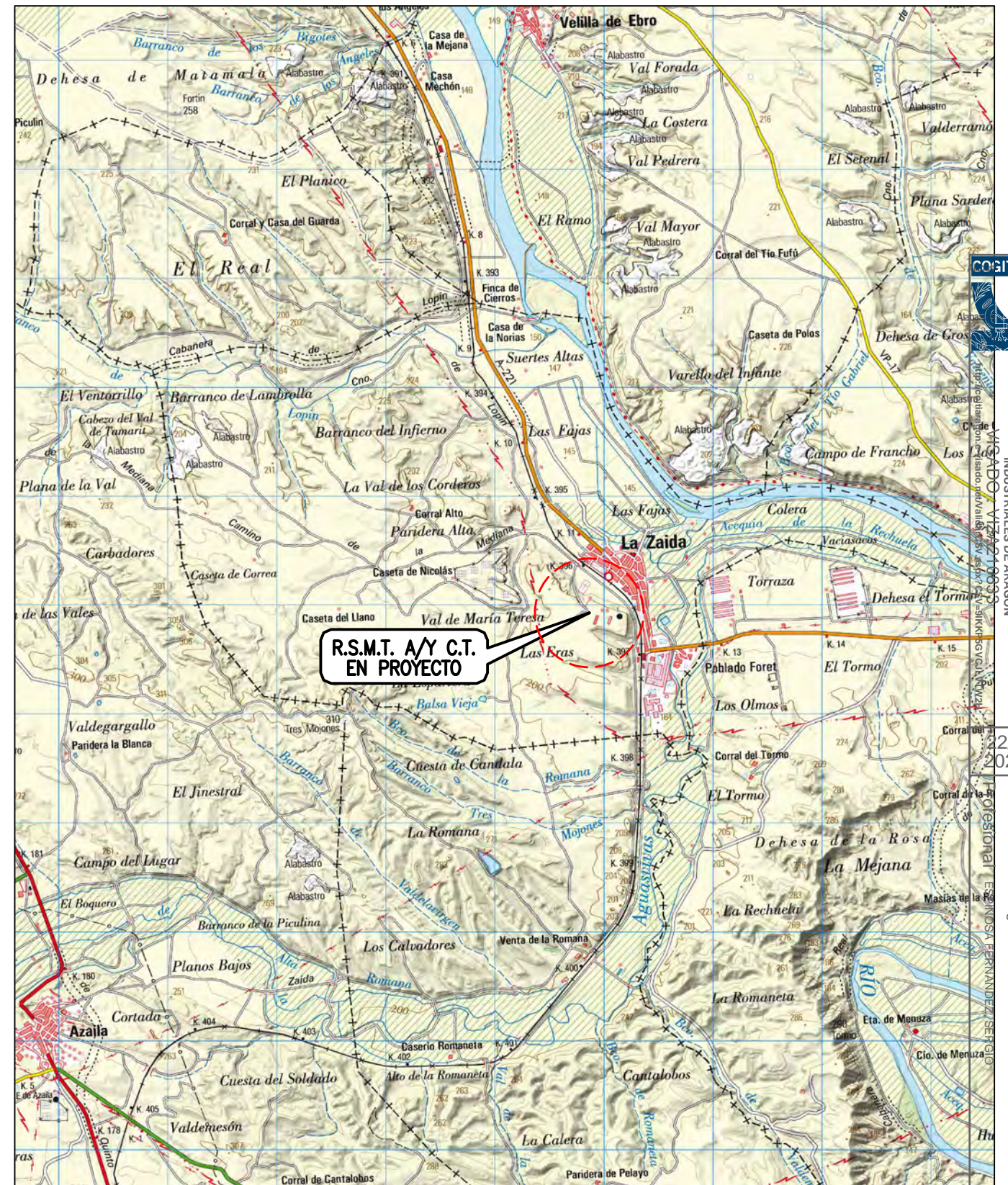
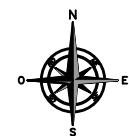
22/2  
2021

Habilitación Coleg: 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

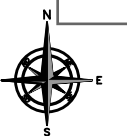




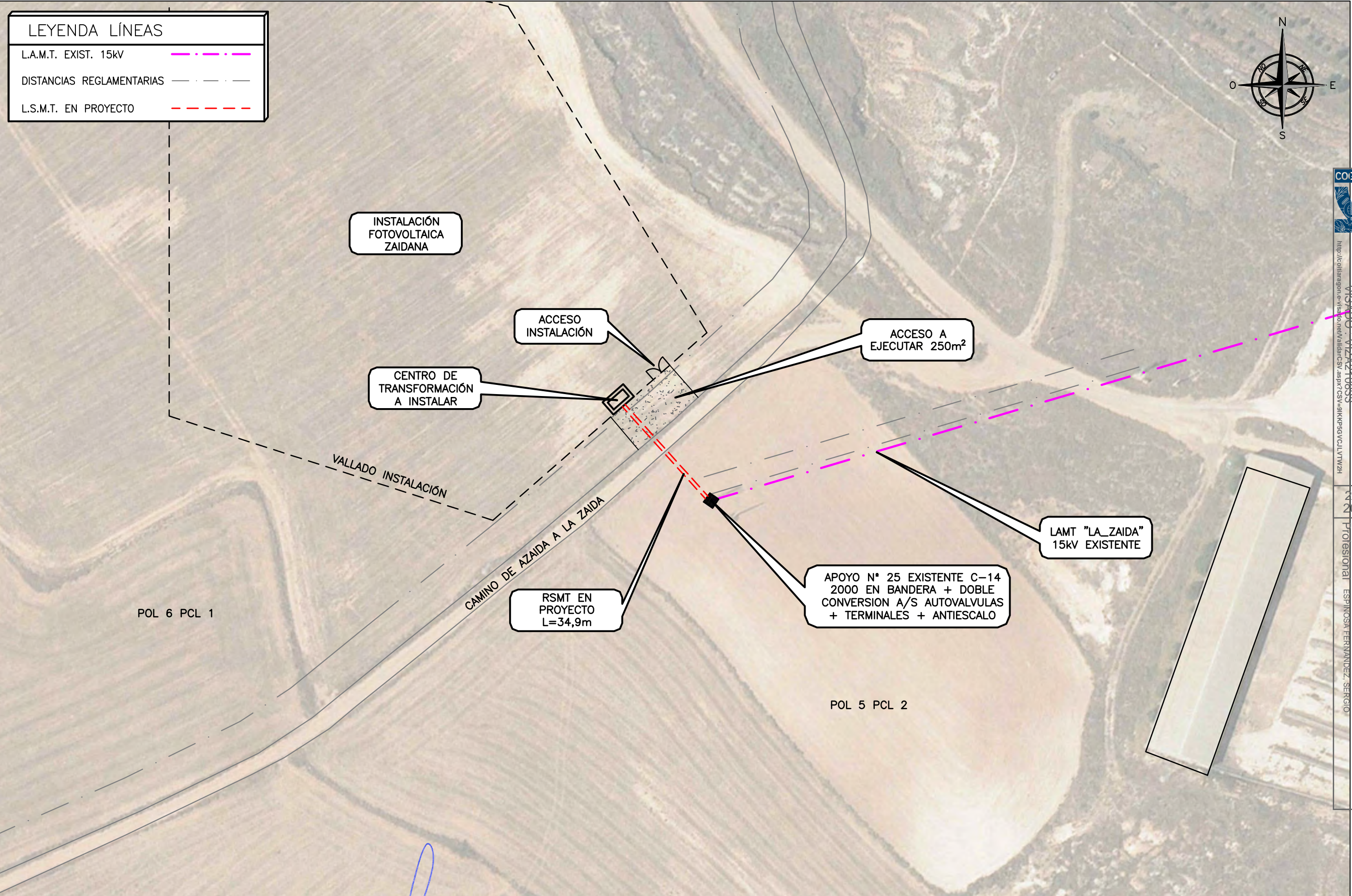
PLANO DE SITUACION  
ESCALA 1:300.000



PLANO DE EMPLAZAMIENTO  
ESCALA 1:50.000







COGITIAR  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VIZARDO VIZA210833  
http://cogitiar.com/vizardo/vizardo.html  
22/2  
2021  
Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



El Ingeniero T. Industrial  
al servicio de la empresa  
MAGISTER INGENIERÍA, S.L.  
D. SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ  
COLEGIADO N°5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:  
**R.S.M.T. 15KV A/Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
PREFABRICADO PARA EVACUACION DE  
ENERGIA PLANTA SOLAR 800 KVA "ZAIDANA"  
EN LA ZAIDA (ZARAGOZA)**

FECHA: FEB/2021  
ESCALA: 1:1.000

PLANO:  
**PLANTA GENERAL**

PLANO: 02  
HOJA: 1 de 1



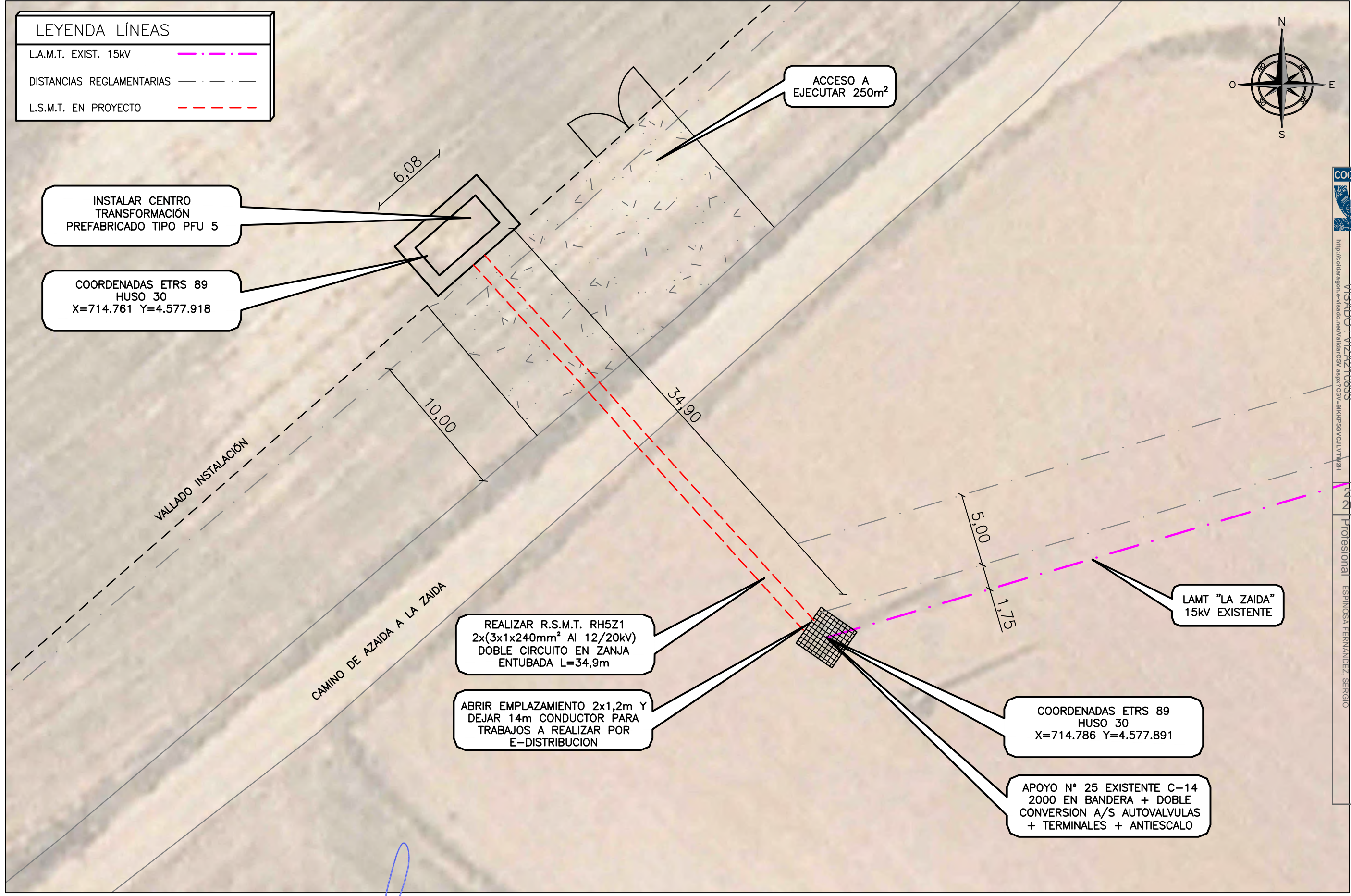


COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO: VIZA210893  
<http://colitiara.gov.es/visado/ver/validacion.asp?CSV=91K936VCLLW12H>

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ SERGIO

LEYENDA LÍNEAS	
L.A.M.T. EXIST. 15KV	
DISTANCIAS REGLAMENTARIAS	
L.S.M.T. EN PROYECTO	



INSTALAR CENTRO TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO TIPO PFU 5

COORDENADAS ETRS 89 HUSO 30  
 X=714.761 Y=4.577.918

ACCESO A EJECUTAR 250m<sup>2</sup>

REALIZAR R.S.M.T. RH5Z1  
 2x(3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20kV)  
 DOBLE CIRCUITO EN ZANJA ENTUBADA L=34,9m

ABRIR EMPLAZAMIENTO 2x1,2m Y DEJAR 14m CONDUCTOR PARA TRABAJOS A REALIZAR POR E-DISTRIBUCION

LAMT "LA ZAIDA" 15KV EXISTENTE

COORDENADAS ETRS 89 HUSO 30  
 X=714.786 Y=4.577.891

APOYO N° 25 EXISTENTE C-14 2000 EN BANDERA + DOBLE CONVERSION A/S AUTOVALVULAS + TERMINALES + ANTIESCALO

**efelec energy** | **MAGISTER INGENIERÍA**

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa  
**MAGISTER INGENIERÍA, S.L.**  
 D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ  
 COLEGIADO N°5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:  
**R.S.M.T. 15KV A/Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO PARA EVACUACION DE ENERGIA PLANTA SOLAR 800 KVA "ZAIDANA" EN LA ZAIDA (ZARAGOZA)**

FECHA: FEB/2021  
 ESCALA: 1:250

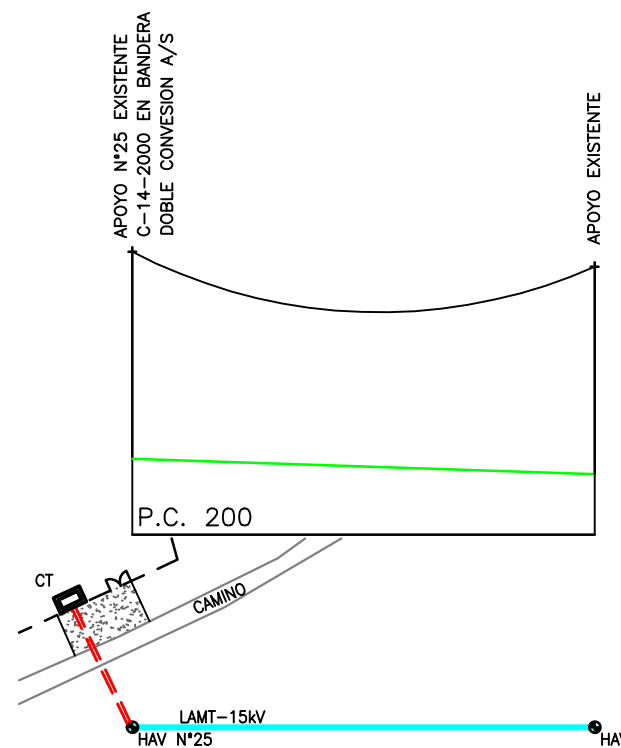
PLANO:  
**PLANTA INSTALACIÓN**

PLANO: 03  
 HOJA: 1 de 1

**LAMT "La Zaida" Un=15 KV**  
 CALCULO EFECTUADO CON CONDUCTOR  
 3xLA-56 E.D.S. 4% ZONA A  
 VIENTO A 120 Km/h.

E.H. 1: 2000  
 E.V. 1: 500

PLANTA



COTAS



DISTANCIAS AL ORIGEN



DISTANCIAS PARCIALES

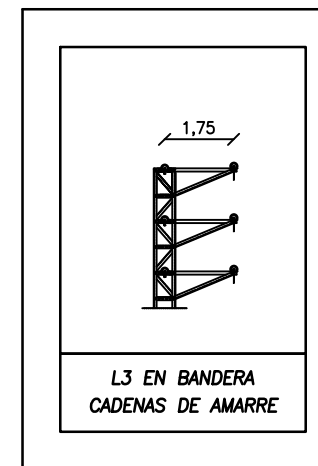


VANOS

122,32

ALINEACIONES

122,32



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
 INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VISADO: VIZA210833  
<http://colitiaraگونe-vistado.net/validar.asp?CSV=9IKR36VCLVTR2H>

22/2  
 2021

Habilitación Coleg. 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



El Ingeniero T. Industrial  
 al servicio de la empresa  
 MAGISTER INGENIERÍA,S.L.  
 D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ  
 COLEGIADO N°5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:  
**R.S.M.T. 15KV A/Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
 PREFABRICADO PARA EVACUACION DE  
 ENERGIA PLANTA SOLAR 800 KVA "ZAIANA"  
 EN LA ZAIDA (ZARAGOZA)**

FECHA: FEB/2021

ESCALA: INDICADAS

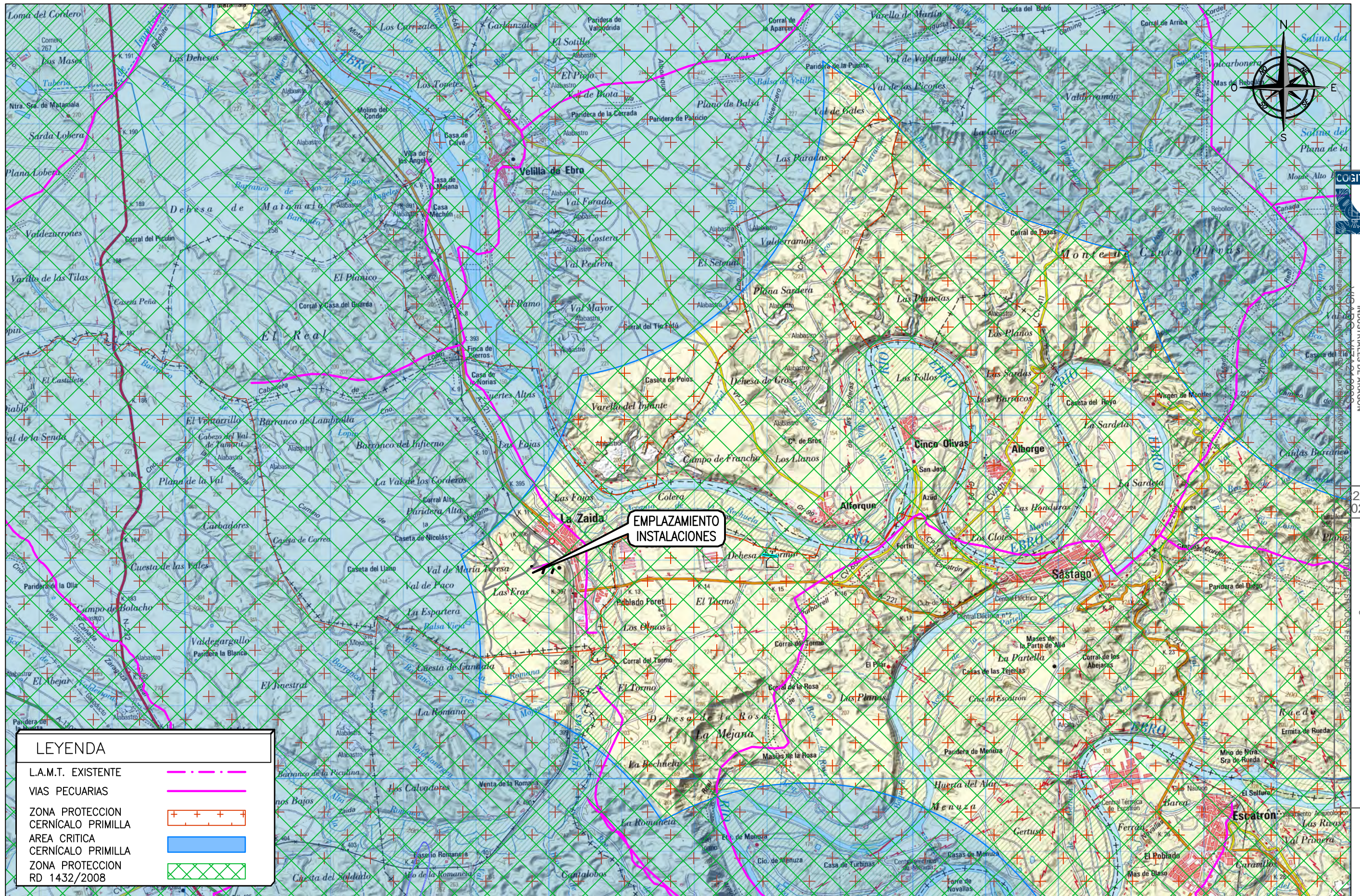
PLANO:

PLANTA – PERFIL

PLANO: 04

HOJA: 1 de 1





LEYENDA	
L.A.M.T. EXISTENTE	
VIAS PECUARIAS	
ZONA PROTECCION CERNICALO PRIMILLA	
AREA CRITICA CERNICALO PRIMILLA	
ZONA PROTECCION RD 1432/2008	



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN

2/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516

**efelec energy**

**MAGISTER INGENIERÍA**

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa  
**MAGISTER INGENIERÍA, S.L.**  
 D. SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ  
 COLEGIADO N°5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

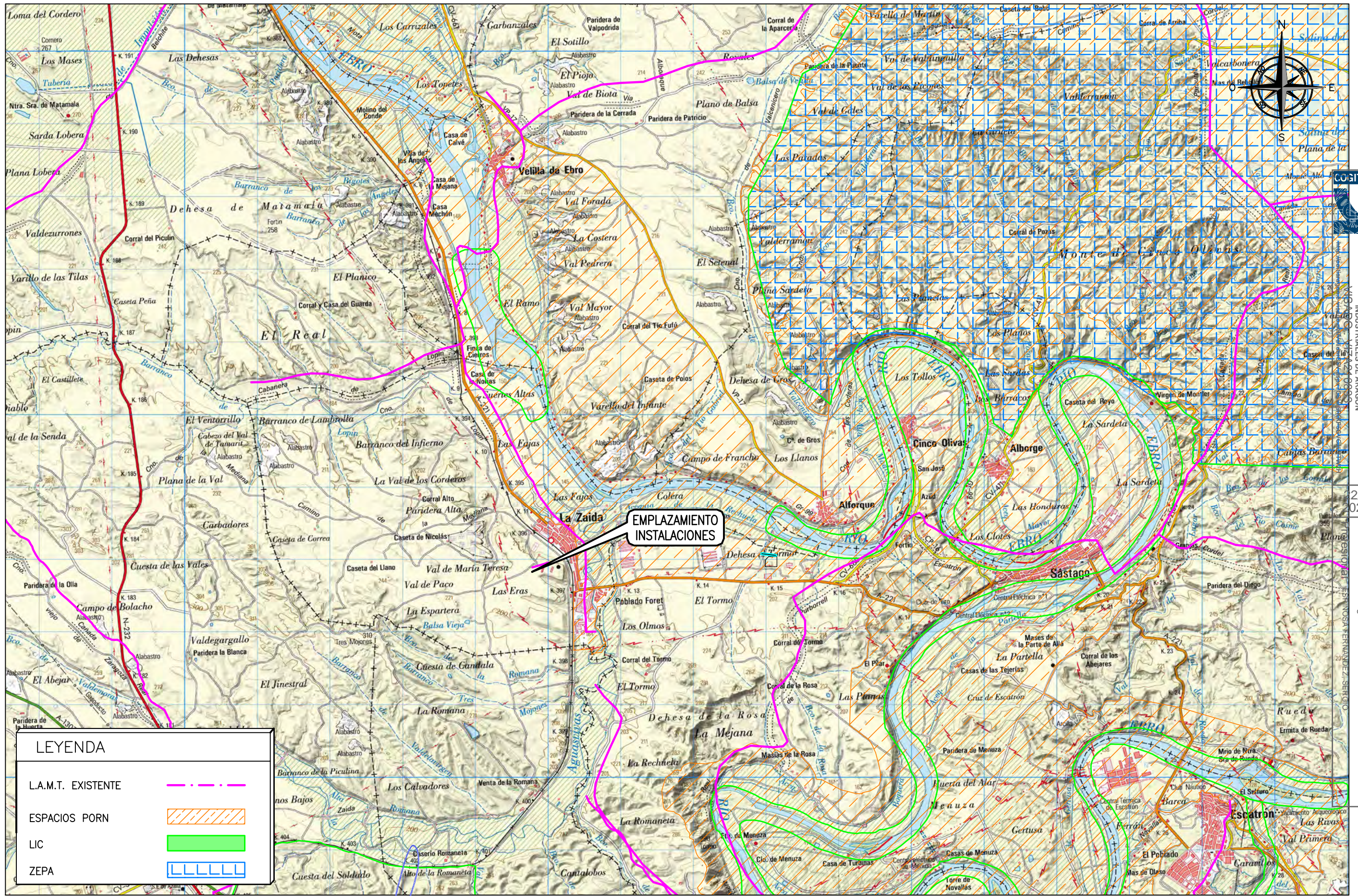
PROYECTO DE:  
**R.S.M.T. 15KV A/Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO PARA EVACUACION DE ENERGIA PLANTA SOLAR 800 KVA "ZAIDANA" EN LA ZAIDA (ZARAGOZA)**

FECHA: FEB/2021  
 ESCALA: 1:50.000

PLANO: MEDIOAMBIENTE

PLANO: 05  
 HOJA: 1 de 2





LEYENDA	
L.A.M.T. EXISTENTE	
ESPACIOS PORN	
LIC	
ZEPA	



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN

2/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516

REGISTRADO EN EL REGISTRO DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN

**efelec energy**

**MAGISTER INGENIERÍA**

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa  
MAGISTER INGENIERÍA, S.L.  
D. SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ  
COLEGIADO N°5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:  
**R.S.M.T. 15KV A/Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO PARA EVACUACION DE ENERGIA PLANTA SOLAR 800 KVA "ZAIDANA" EN LA ZAIDA (ZARAGOZA)**

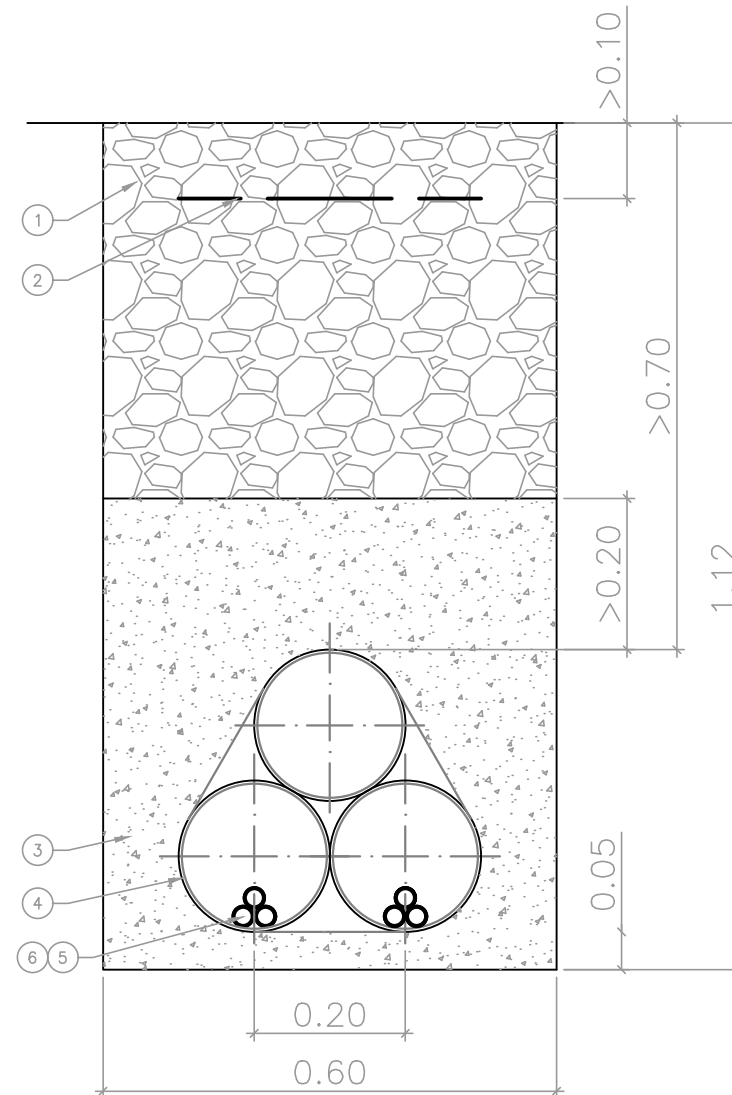
FECHA: FEB/2021  
ESCALA: 1:50.000

PLANO: MEDIOAMBIENTE

PLANO: 05  
HOJA: 2 de 2



ZANJA TIPO POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO  
HORMIGONADO CON TUBO DE RESERVA Y SEÑALIZACIÓN  
PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN



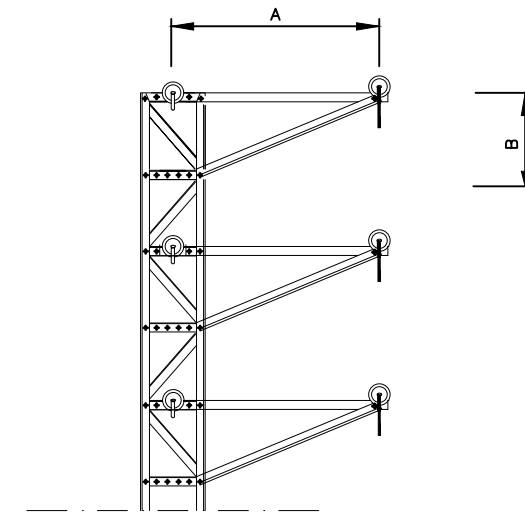
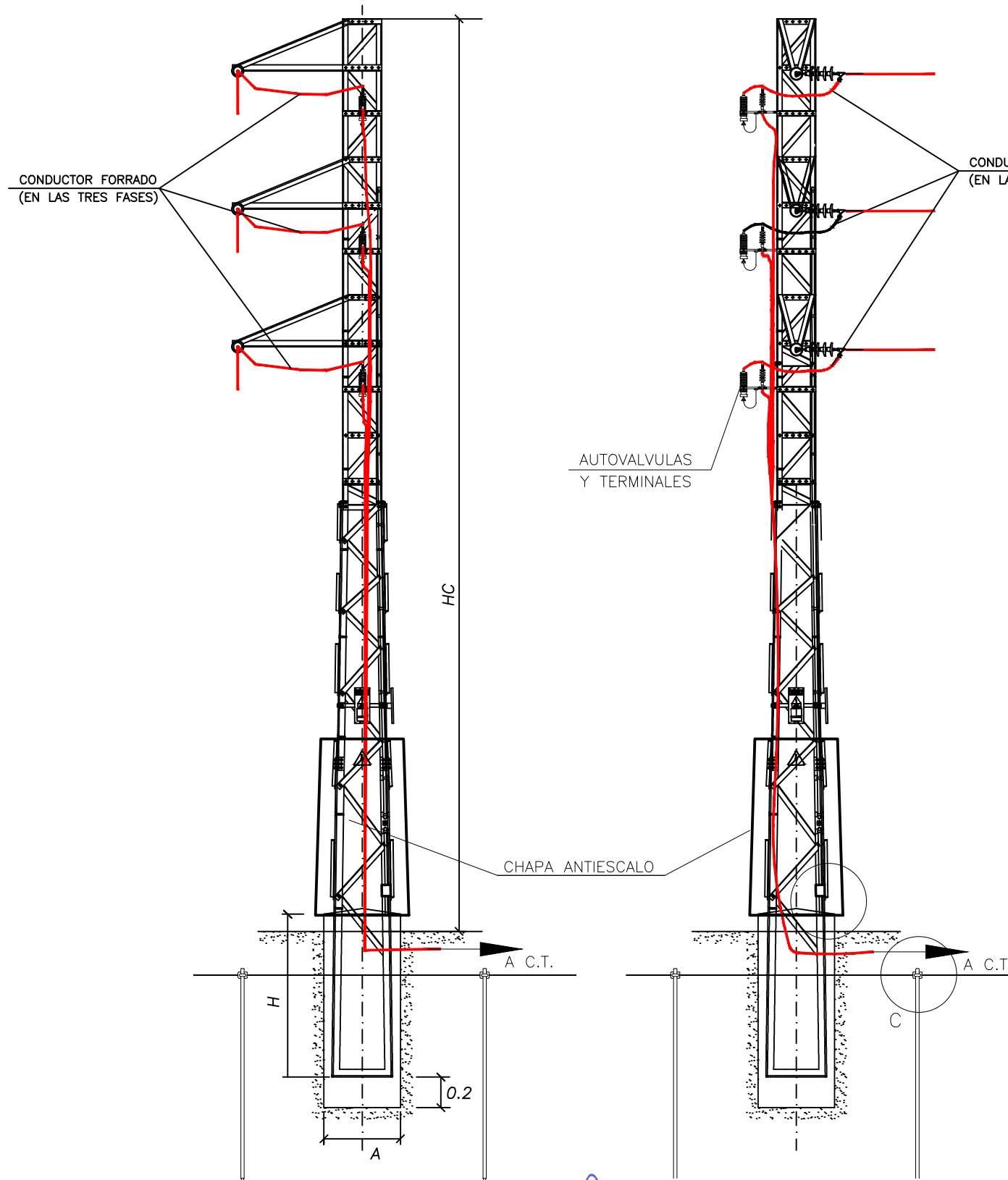
**OBSERVACIONES:**

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES

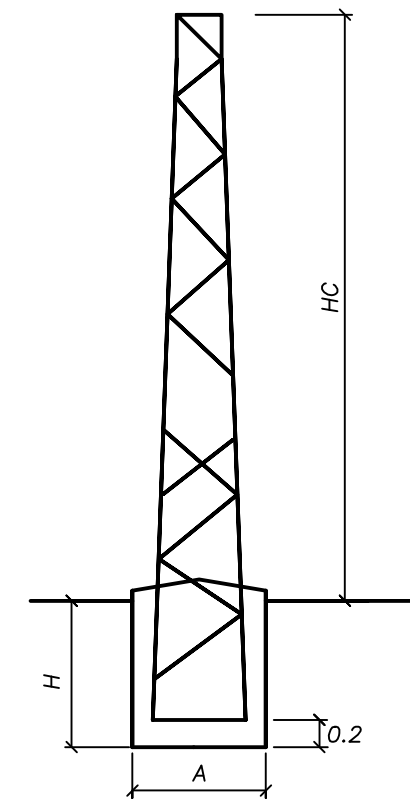
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	TUBO P.E. ø200
3	m3	HORMIGÓN EN MASA HNE-15/B/20
2	ml.	CINTA DE SEÑALIZACIÓN CABLE ELÉCTRICO
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA O SIMILAR



APOYO TIPO METALICO CELOSIA CON ARMADO HORIZONTAL



ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA	
	A	B
L3	1.750 mm	600 mm



TIPO CELOSIA	ALTURA (1) m.	CIMENTACION (EXCAVACION)		
		φA m.	H m.	V m <sup>3</sup>
C-14-2000	12,14	1,05	2,01	2,22

(1) LA ALTURA UTIL HC MEDIDA ENTRE LA COGOLLA Y EL SUELO



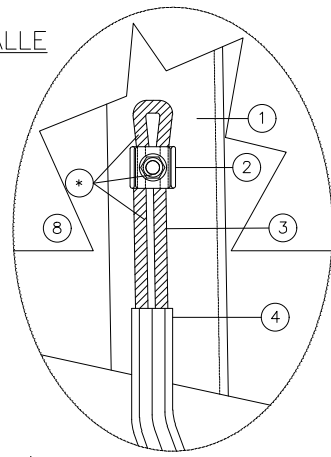
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
<http://cogitaragon.es/visado/ver/validarCS?aspx?CSV=9IKR96VCLV1M2H>

22/2  
2021

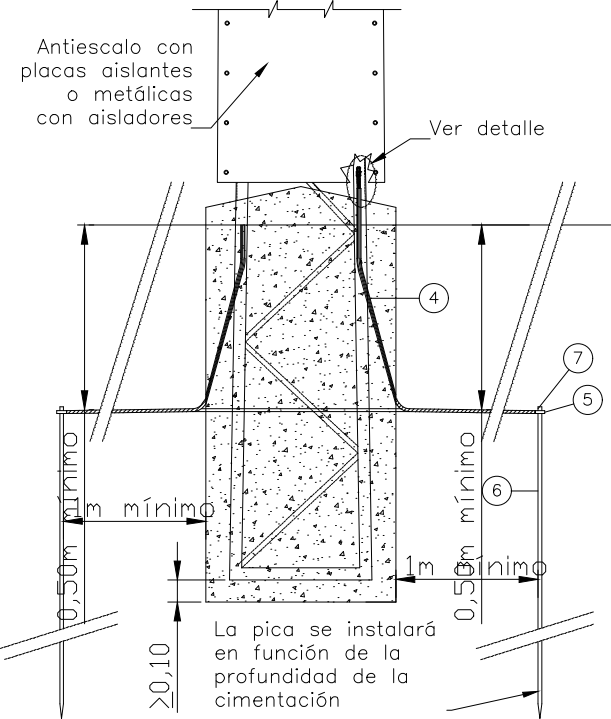
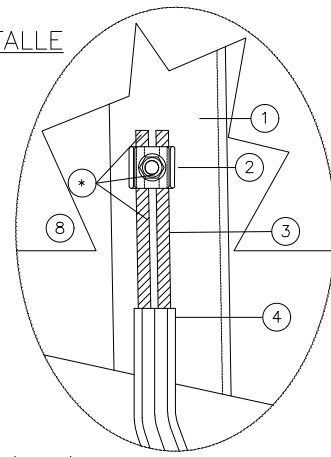
Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

APOYO FRECUENTADO

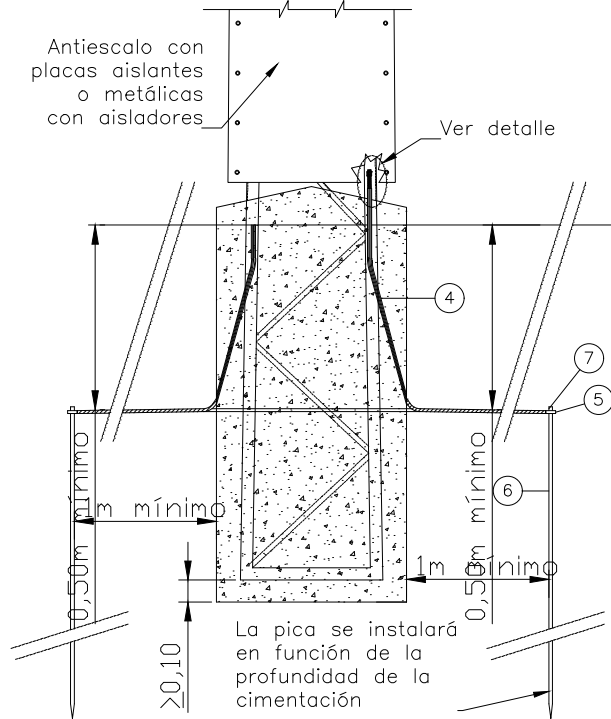
DETALLE



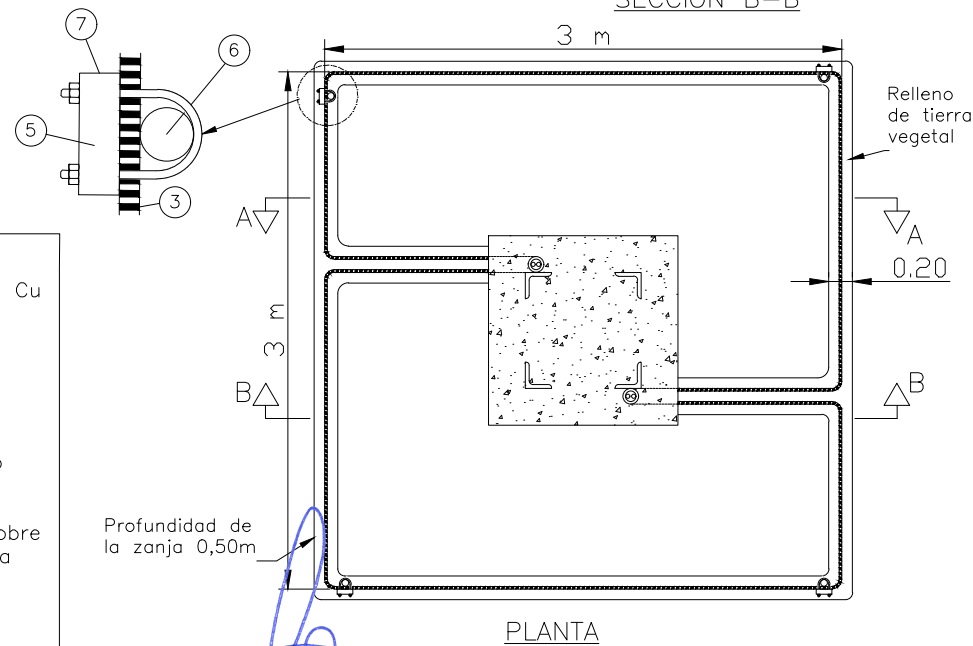
DETALLE



SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B



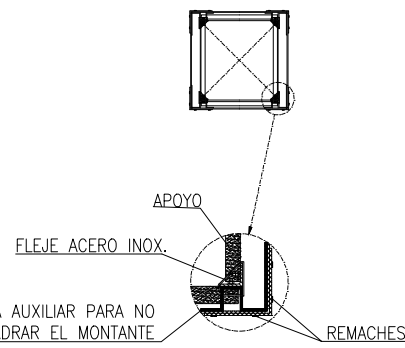
PLANTA

- 1 Apoyo
- 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm<sup>2</sup>
- 3 Cable desnudo de 35mm<sup>2</sup>
- 4 Tubo PVC m-40
- 5 Grapa de conexión para pica
- 6 Pica de toma a tierra 14,6mm $\phi$
- 7 Cinta protección anticorrosiva
- 8 Antiescalo con placas aislantes o metálicas con aisladores

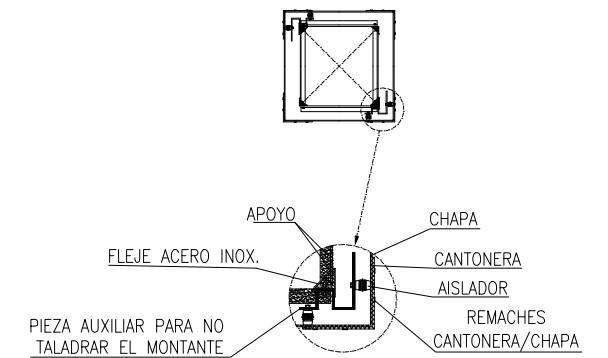
\* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

DETALLE PLANTAS ANTIESCALO AISALDO

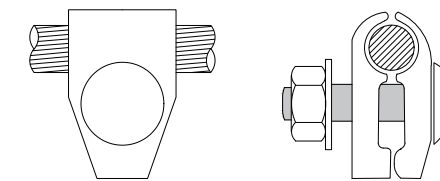
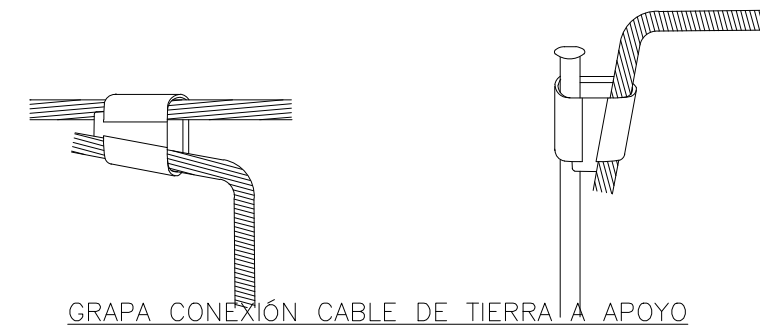
PLACAS AISLANTES



PLACAS METÁLICAS CON AISLADORES



CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA



NOTA

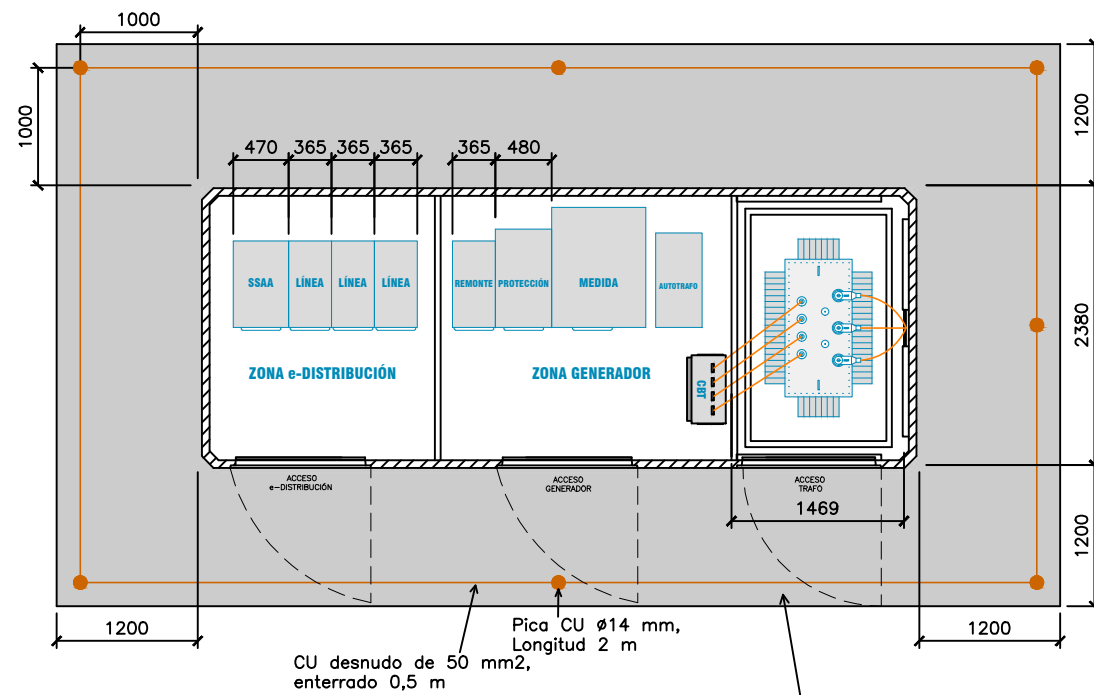
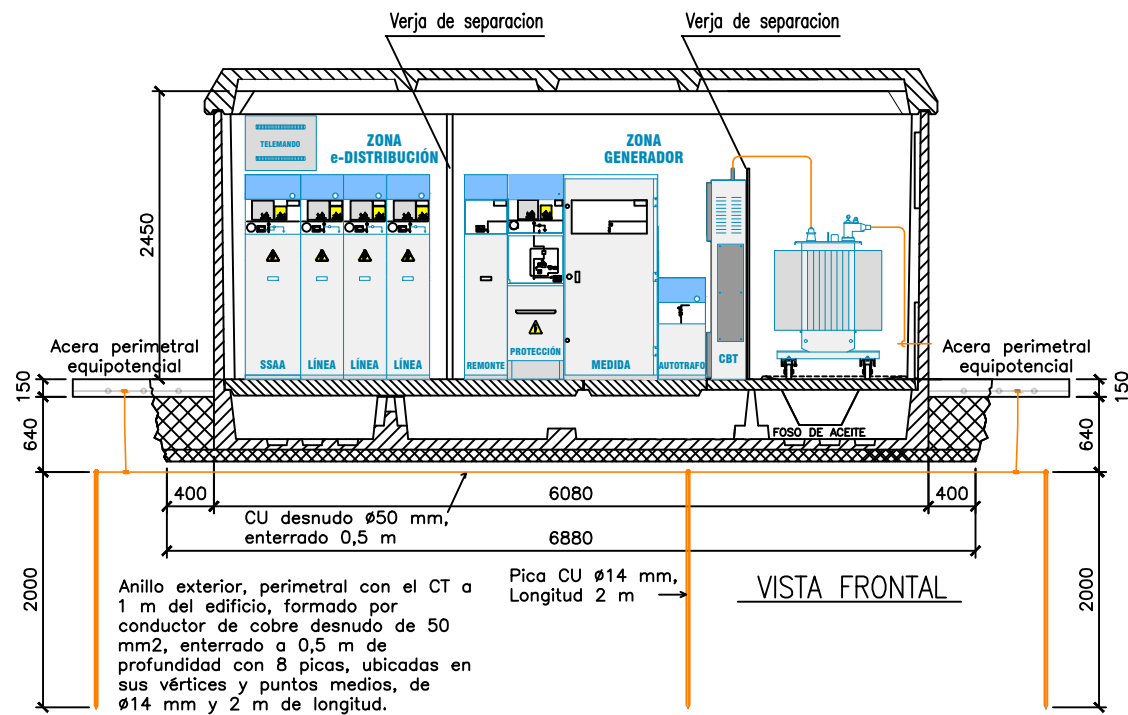
- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 4 picas
- Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo, uno por montante



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
VISADO : VIZA210833  
http://colitiaraagon.es/visado/ver/validarCS?aspx?CSV=9fKX96VCLV7M2H

22/2  
2021

Habilitación Coleg. 5516  
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

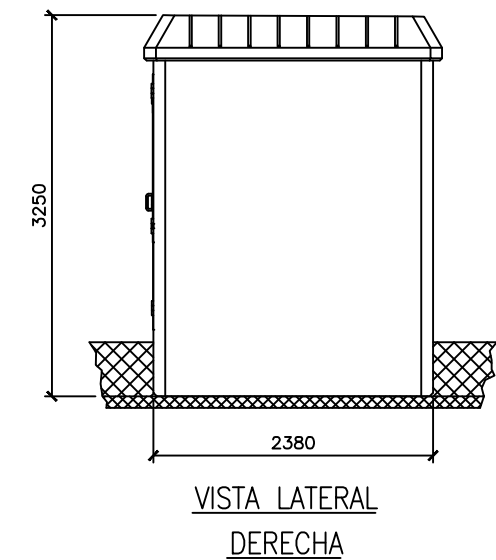
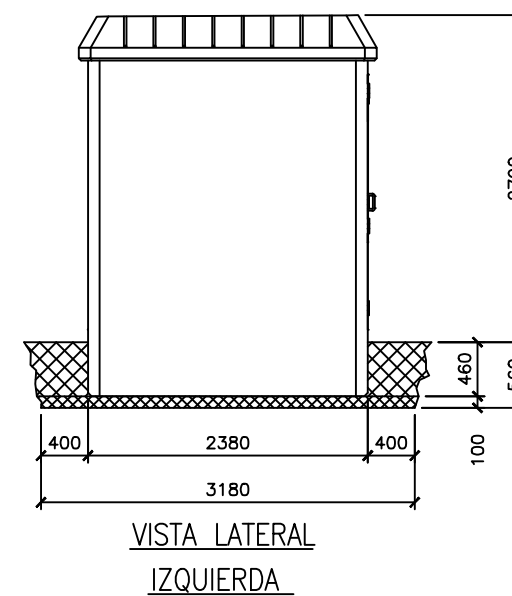
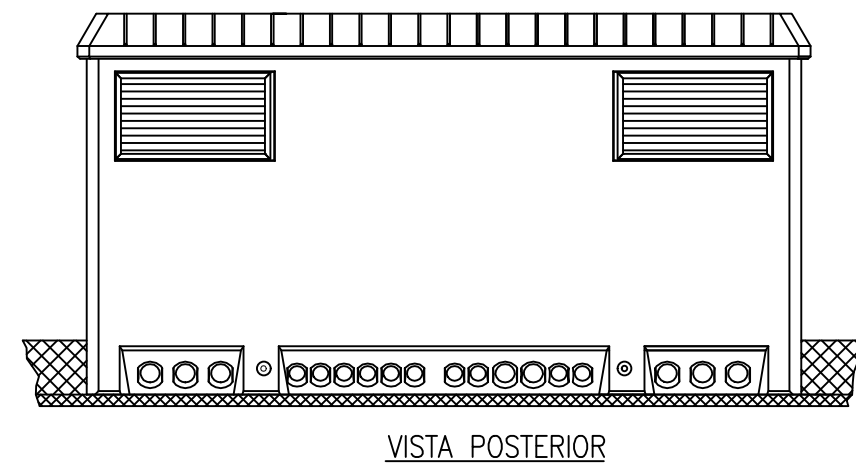
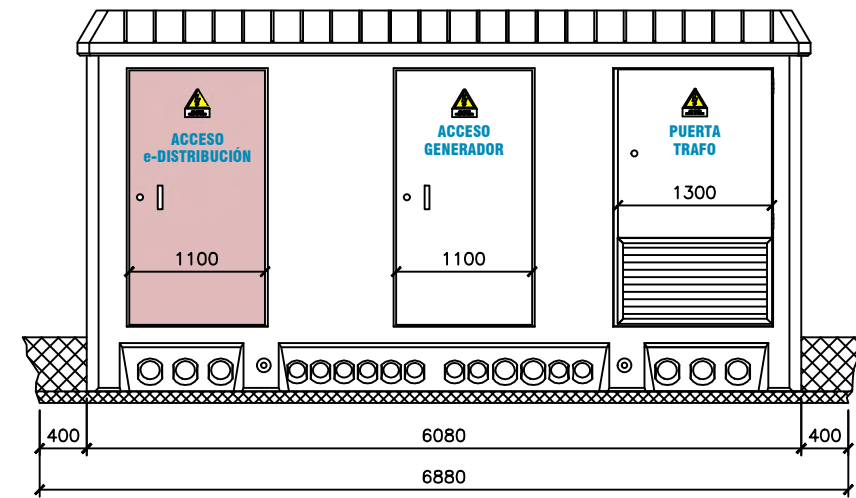


Elementos a conectar a la PAT:

1. Cuba del transformador/res.
2. Envoltorio metálica del cuadro B.T.
3. Envoltorios de las celdas de alta tensión (en dos puntos).
4. Puertas o tapas metálicas de acceso y rejillas metálicas accesibles del centro de transformación.
5. Pantallas del cable (extremos de líneas de llegada y líneas de salida de celdas y ambos extremos de línea de conexión al transformador).
6. Pantallas de los cables correspondientes al paso aéreo-subterráneo en el caso de que el CT se alimente desde una línea aérea.
7. Cualquier elemento / armario metálico instalado en el centro de transformación.

Distancias Mínimas

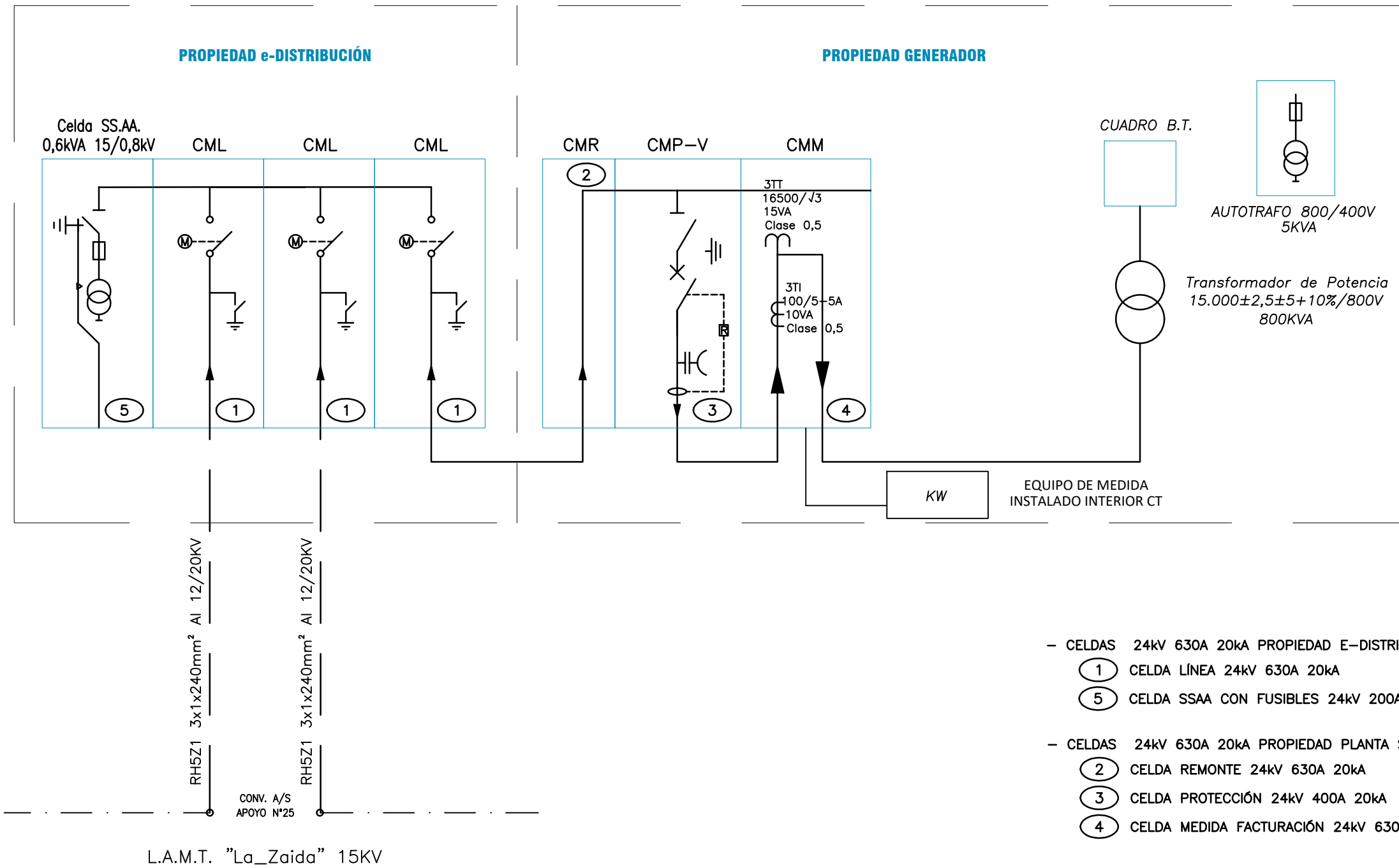
1. Pasillo maniobra 800 mm
2. Pared trasera 100 mm
3. Pared Lateral 100 mm



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
6,88 m. LARGO x 3,18 m. ANCHO x 0,56 m. PROFUND.



# CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



- CELDAS 24kV 630A 20kA PROPIEDAD E-DISTRIBUCIÓN
  - ① CELDA LÍNEA 24kV 630A 20kA
  - ⑤ CELDA SSAA CON FUSIBLES 24kV 200A 20kA
- CELDAS 24kV 630A 20kA PROPIEDAD PLANTA SOLAR
  - ② CELDA REMONTE 24kV 630A 20kA
  - ③ CELDA PROTECCIÓN 24kV 400A 20kA
  - ④ CELDA MEDIDA FACTURACIÓN 24kV 630A 20kA

**COGITAR**  
 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS  
 INDUSTRIALES DE ARAGÓN  
 VIZARDO, VIZARDO 210833  
<http://coGITAR.org>  
 http://coGITAR.org/vizardo/verVizardo.asp?CTCSV=9IKR95VCLVTR2H  
 22/2  
 2021  
 Habilitación Coleg. 5516  
 Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



El Ingeniero T. Industrial  
 al servicio de la empresa  
 MAGISTER INGENIERÍA, S.L.  
 D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ  
 COLEGIADO N°5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:  
**R.S.M.T. 15KV A/Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
 PREFABRICADO PARA EVACUACION DE  
 ENERGIA PLANTA SOLAR 800 KVA "ZAIDANA"  
 EN LA ZAIDA (ZARAGOZA)**

FECHA: FEB/2021  
 ESCALA: SIN ESCALA

PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR**

PLANO: 09  
 HOJA: 1 de 1

