

PROYECTO:

**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA  
TENSIÓN, CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Y LSBT PARA  
SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS EN  
ALARCÓN (CUENCA) Rev.2**



**AUTOR: JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN**

**C/ Capitán Peña, 7 – 16770 San Lorenzo de la Parrilla (Cuenca)**

**Teléfono: 669396874**

**Fax: 969296032**

**E-mail: info@sleder.es**

**PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE ALARCÓN**

**SITUACIÓN: POLÍGONO 510 (CUV-8033) 16214 ALARCÓN (CUENCA)**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**SAN LORENZO DE LA PARRILLA, marzo de 2024**

**REFERENCIA: 2205PRLMT**

## **INDICE**

### **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA**

- 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**
- 2. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN**
- 3. OBJETO DEL PROYECTO**
- 4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN**
- 5. SOLICITANTE**
- 6. NORMATIVA A APLICAR**
- 7. EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN REFERENCIADA**
- 8. EMPRESA SUMINISTRADORA Y SOLICITUD DEL SUMINISTRO**
- 9. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO**
- 10. INSTALACIONES Y TRABAJOS QUE COMPRENDE EL PROYECTO**
  - 10.1. Entronque con la red de distribución y apoyo de derivación**
  - 10.2. Línea Subterránea de Media Tensión**
  - 10.3. Centro de Transformación Compacto 250 KVA's**
  - 10.4. Líneas Subterráneas de Baja Tensión**
- 11. ENLACE CON LAS INSTALACIONES DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA**
- 12. PREVISIÓN DE POTENCIA**
- 13. RELACIÓN DE PROPIEDADES AFECTADAS POR LA INSTALACIÓN**
- 14. MATERIALES**
- 15. CESIONES**

### **DOCUMENTO Nº 2: CÁLCULOS: ENTRONQUE, LSMT, CT, LSBT Y CGP**

- 1. ENTRONQUE CON LA RED DE DISTRIBUCIÓN**
  - 1.1. Objeto**
  - 1.2. Conversiones aéreo-subterráneas**
  - 1.3. Apoyo de derivación. Tipo y cimentación**
  - 1.4. Coeficientes de seguridad**
  - 1.5. Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos**
  - 1.6. Paso por zonas**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- 1.7. Vanos**
- 1.8. Puesta a tierra y medidas de seguridad**
- 1.9. Seccionamiento y protección**
- 1.10. Medidas de protección para la avifauna (RD 1432/2008 de 29 de agosto)**
- 1.11. Cálculos**
  - 1.11.1. Cálculo eléctrico*
  - 1.11.2. Distancias de seguridad*
  - 1.11.3. Cálculo mecánico*
- 2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (LSMT)**
  - 2.1. Objeto**
  - 2.2. Trazado de la línea**
  - 2.3. Descripción general de la instalación**
  - 2.4. Punto de entronque con la red de distribución de i-DE**
  - 2.5. Potencia de cálculo asignada a la instalación**
  - 2.6. Trazado y canalización**
    - 2.6.1. Generalidades de la canalización entubada*
    - 2.6.2. Arquetas de registro. Calas de tiro*
    - 2.6.3. Cinta de señalización de peligro*
  - 2.7. Características de los materiales**
    - 2.7.1. Cables, empalmes y aparamenta eléctrica*
    - 2.7.2. Accesorios*
    - 2.7.3. Empalmes y botellas terminales*
  - 2.8. Instalación de cables aislados**
  - 2.9. Puesta a tierra**
  - 2.10. Cruzamientos**
    - 2.10.1. Cruzamientos con calles, caminos y carreteras*
    - 2.10.2. Cruzamientos con ferrocarriles*
    - 2.10.3. Cruzamientos con otros cables de energía eléctrica*
    - 2.10.4. Cruzamientos con cables de comunicación*
    - 2.10.5. Cruzamientos con canalizaciones de agua*
    - 2.10.6. Cruzamientos con canalizaciones de gas*



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- 2.10.7. Cruzamientos con conducciones de alcantarillado**
- 2.10.8. Cruzamientos con depósitos de carburante**
- 2.11. Proximidades y paralelismos**
  - 2.11.1. Otros cables de energía**
  - 2.11.2. Canalizaciones de agua**
  - 2.11.3. Canalizaciones de gas**
  - 2.11.4. Conducciones de alcantarillado**
  - 2.11.5. Depósitos de carburantes**
- 2.12. Protecciones**
  - 2.12.1. Protección contra sobreintensidades**
  - 2.12.2. Protección contra sobretensiones**
- 2.13. Cálculos**
  - 2.13.1. Intensidad de cálculo**
  - 2.13.2. Caída de tensión**
  - 2.13.3. Potencia máxima admisible**
  - 2.13.4. Pérdida de potencia**
  - 2.13.5. Intensidad máxima admisible de cortocircuito**
- 3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO (C.T.C) DE 250 KVA'S**
  - 3.1. Objeto**
  - 3.2. Función del C.T. y características generales**
  - 3.3. Características de la instalación de suministro**
  - 3.4. Descripción del edificio**
  - 3.5. Características del CTC**
    - 3.5.1. Diseño**
    - 3.5.2. Construcción**
  - 3.6. Protecciones contra incendios y otras medidas de seguridad**
  - 3.7. Cálculos**
    - 3.7.1. Intensidad de alta tensión**
    - 3.7.2. Intensidad de baja tensión**
    - 3.7.3. Cortocircuitos**
    - 3.7.4. Dimensionado del embarrado**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

3.7.5.	<i>Comprobación por densidad de corriente</i>	
3.7.6.	<i>Comprobación por sollicitación electrodinámica</i>	
3.7.7.	<i>Comprobación por sollicitación térmica</i>	
3.7.8.	<i>Protección contra sobrecargas y cortocircuitos</i>	
3.7.9.	<i>Dimensionado de los puentes de alta tensión</i>	
3.7.10.	<i>Dimensionado de los puentes de baja tensión</i>	
3.7.11.	<i>Ventilación del centro de transformación</i>	
3.7.12.	<i>Instalaciones de puesta a tierra</i>	
4.	<b>LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN (LSBT)</b>	
4.1.	<b>Objeto</b>	
4.2.	<b>Trazado de la línea</b>	
4.3.	<b>Descripción general de la instalación</b>	
4.3.1.	<i>Características de los materiales</i>	
4.3.2.	<i>Conductores</i>	
4.3.3.	<i>Cajas generales de protección y hornacinas</i>	
4.3.4.	<i>Accesorios</i>	
4.4.	<b>Potencia de cálculo asignada a la instalación</b>	
4.5.	<b>Trazado y canalización</b>	
4.5.1.	<i>Instalación de los cables aislados. Canalización entubada</i>	
4.5.2.	<i>Instalación de los cables aislados. Condiciones generales para cruces</i>	
4.5.3.	<i>Instalación de los cables aislados. Cruzamientos</i>	
4.5.4.	<i>Instalación de los cables aislados. Proximidades y paralelismos</i>	
4.5.5.	<i>Puesta a tierra del neutro</i>	
4.6.	<b>Cálculo eléctrico</b>	
4.6.1.	<i>Determinación de la sección</i>	
4.6.2.	<i>Protecciones contra sobreintensidad</i>	
5.	<b>ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS Y NIVEL DE RUIDO EN LA INSTALACIÓN PROYECTADA</b>	
5.1.	<b>Estudio y limitación de los campos magnéticos en la proximidad de las instalaciones</b>	



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 5.2. Estudio y limitación del nivel de ruido emitido por la instalación

## 6. CONCLUSIÓN

# DOCUMENTO Nº 3: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 1. OBJETO

## 2. MEMORIA INFORMATIVA

### 2.1. Descripción de las obras

### 2.2. Datos del emplazamiento

#### 2.2.1. Ubicación

#### 2.2.2. Topografía del terreno

#### 2.2.3. Accesos a la obra

#### 2.2.4. Edificios colindantes

### 2.3. Climatología del lugar

### 2.4. Suministro eléctrico

### 2.5. Suministro de agua

### 2.6. Número de trabajadores

### 2.7. Plazo de ejecución

## 3. ALCANCE

## 4. METODOLOGÍA

## 5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

### 5.1. Factor de Riesgo: Manipulación y transporte de materiales

### 5.2. Factor de Riesgo: Apertura de zanjas y excavaciones

### 5.3. Factor de Riesgo: Canalización de líneas eléctricas

### 5.4. Factor de Riesgo: Trabajos en centros de transformación

### 5.5. Factor de Riesgo: Puesta en servicio en tensión

### 5.6. Factor de Riesgo: Puesta en servicio en ausencia de tensión

### 5.7. Factor de Riesgo: Cercanía de instalaciones de alta tensión

### 5.8. Factor de Riesgo: Montaje de prefabricados y aparamenta

### 5.9. Factor de Riesgo: Izado de estructuras

### 5.10. Factor de Riesgo: Cimentaciones



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

6. DISTANCIAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN PROXIMIDAD A  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS
7. SERVICIOS SANITARIOS COMUNES
  - 7.1. Primeros auxilios
  - 7.2. Medicina preventiva
  - 7.3. Evacuación de accidentados
  - 7.4. Servicios comunes
  - 7.5. Formación
8. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA: ACCIDENTE / INCIDENTE
9. CONCLUSIONES

## DOCUMENTO Nº 4: PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES
  - 1.1. OBJETO
  - 1.2. CAMPO DE APLICACIÓN
  - 1.3. DISPOSICIONES GENERALES
    - 1.3.1. *Condiciones facultativas legales*
    - 1.3.2. *Seguridad en el trabajo*
    - 1.3.3. *Seguridad pública*
  - 1.4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO
    - 1.4.1. *Datos de la obra*
    - 1.4.2. *Replanteo de la obra*
    - 1.4.3. *Mejoras y variaciones del proyecto*
    - 1.4.4. *Recepción del material*
    - 1.4.5. *Organización*
    - 1.4.6. *Facilidades para la inspección*
    - 1.4.7. *Ensayos*
    - 1.4.8. *Limpieza y seguridad en las obras*
    - 1.4.9. *Medios auxiliares*
    - 1.4.10. *Ejecución de las obras*
    - 1.4.11. *Subcontratación de las obras*



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



**1.4.12. Plazo de ejecución**

**1.4.13. Recepción de las obras**

**1.4.14. Periodos de garantía**

**1.4.15. Pago de las obras**

**2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN (20 KV) Y BAJA TENSIÓN**

**2.1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

**2.2. ZANJAS**

**2.2.1. Zanjas en tierra**

**2.2.2. Zanjas en roca**

**2.2.3. Zanjas anormales y especiales**

**2.2.4. Rotura de pavimentos**

**2.2.5. Reposición de pavimentos**

**2.3. GALERÍAS**

**2.3.1. Galerías visitables**

**2.3.2. Galerías o zanjas registrables**

**2.4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES**

**2.5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED**

**2.6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS**

**2.6.1. Materiales**

**2.6.2. Dimensiones y características generales de ejecución**

**2.6.3. Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones**

**2.7. TENDIDO DE CABLES**

**2.7.1. Tendido de cables en zanja abierta**

**2.7.2. Tendido de cables en galería o tubulares**

**2.8. MONTAJES**

**2.8.1. Empalmes**

**2.8.2. Botellas terminales**

**2.8.3. Autoválvulas y seccionador**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



- 2.8.4. Herrajes y conexiones**
- 2.8.5. Colocación de soportes y palomillas**
- 2.9. conversiones AEREO – SUBTERRÁNEAS**
- 2.10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES**
- 2.11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**
- 2.12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN**
- 3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN**
  - 3.1. OBJETO**
  - 3.2. OBRA CIVIL**
    - 3.2.1. Emplazamiento**
    - 3.2.2. Excavación**
    - 3.2.3. Acondicionamiento**
    - 3.2.4. Edificio prefabricado de hormigón**
    - 3.2.5. Ventilación**
  - 3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**
    - 3.3.1. Aparamenta A.T.**
    - 3.3.2. Acometidas subterráneas**
    - 3.3.3. Alumbrado**
    - 3.3.4. Puestas a tierra**
  - 3.4. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**
  - 3.5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS**
  - 3.6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**
    - 3.6.1. Prevenciones generales**
    - 3.6.2. Puesta en servicio**
    - 3.6.3. Separación de servicio**
    - 3.6.4. Mantenimiento**
  - 3.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**
  - 3.8. LIBRO DE ORDENES**
  - 3.9. RECEPCIÓN DE LA OBRA**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

### 1. PRESUPUESTOS PARCIALES

- 1.1. Entronque con Línea Aérea de A.T. de i-DE
- 1.2. Línea Subterránea de A.T.
- 1.3. Centro de Transformación Compacto de 250 KVA's
- 1.4. Línea Subterránea de B.T. y CGP
- 1.5. Varios

### 2. PRESUPUESTO TOTAL

## DOCUMENTO Nº 6: PLANOS

PLANO Nº 01: EMPLAZAMIENTO

PLANO Nº 02: SITUACIÓN ENTRONQUE, LSAT, CTC, LSBT Y CGP

PLANO Nº 03: EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOBRE EL TERRENO.  
ENTRONQUE, LSAT Y CTC

PLANO Nº 04: EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOBRE EL TERRENO. CTC,  
LSBT Y CGP

PLANO Nº 05: ENTRONQUE CON LÍNEA AÉREA DE A.T. DE i-DE. Apoyo que  
sustituye al número 8337 de la compañía

PLANO Nº 06: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO 250 KVA's

PLANO Nº 07: ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**PROYECTO:**

**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA  
TENSIÓN, CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Y LSBT PARA  
SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS  
EN ALARCÓN (CUENCA) Rev.2**

**REFERENCIA: 2205PRLMT**

**DOCUMENTO Nº 1:**

**MEMORIA**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**SAN LORENZO DE LA PARRILLA, marzo de 2024**

## **INDICE DE LA MEMORIA**

- 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**
- 2. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN**
- 3. OBJETO DEL PROYECTO**
- 4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN**
- 5. SOLICITANTE**
- 6. NORMATIVA A APLICAR**
- 7. EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN REFERENCIADA**
- 8. EMPRESA SUMINISTRADORA Y SOLICITUD DEL SUMINISTRO**
- 9. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO**
- 10. INSTALACIONES Y TRABAJOS QUE COMPRENDE EL PROYECTO**
  - 10.1. Entronque con la red de distribución y apoyo de derivación**
  - 10.2. Línea Subterránea de Media Tensión**
  - 10.3. Centro de Transformación Compacto 250 KVA's**
  - 10.4. Líneas Subterráneas de Baja Tensión**
- 11. ENLACE CON LAS INSTALACIONES DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA**
- 12. PREVISIÓN DE POTENCIA**
- 13. RELACIÓN DE PROPIEDADES AFECTADAS POR LA INSTALACIÓN**
- 14. MATERIALES**
- 15. CESIONES**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

PROYECTO: PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS EN ALARCÓN (CUENCA)

MUNICIPIO: ALARCÓN

EMPLAZAMIENTO: Polígono 505 Parcelas 6 y 7 y Polígono 510 Parcelas 5001, 9001, 56, 55, 5113, 5133, 5135, 5168, 5111, 5112, 5110 y 5109 del término municipal de Alarcón (Cuenca).

IDENTIFICACIÓN DEL AUTOR: Juan Diego García Simón.

## 2. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

En el momento de la redacción de este proyecto, se pretende llevar electricidad a la zona de Los Huertos ubicados en el Polígono 510 de la localidad de Alarcón (Cuenca) por parte del Excelentísimo Ayuntamiento de Alarcón, de forma que los propietarios de las diferentes parcelas ubicadas en el citado polígono puedan disponer de suministro eléctrico en sus parcelas.

Para dotar de energía eléctrica a estas parcelas se solicitó una petición de suministro de 29,700 KW a i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. (en adelante i-DE). Esta solicitud fue concedida de acuerdo a unas condiciones según informe con número de expediente: 9042317893 en el que se ofrece punto de entronque en línea aérea de distribución en 20KV de su propiedad, concretamente en el apoyo número 8337 de la línea aérea de media tensión 3505-14 (ver planos adjuntos). De este punto partirá la instalación diseñada para dar suministro a los diferentes abonados; consistente en una línea subterránea de Media Tensión, un centro de transformación de 250 KVA's y las líneas subterráneas de Baja Tensión para suministro a abonados finales.

Con este proyecto se pretende definir la instalación necesaria para proporcionar la energía eléctrica demandada por los futuros clientes ubicados en el polígono 510 del término municipal de Alarcón (Cuenca).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Este proyecto ha sido encargado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Alarcón con C.I.F. P-1600300-F y domicilio social en Plaza del Infante Don Juan Manuel, 1 – 16214 Alarcón (Cuenca), al Ingeniero Técnico Industrial que le suscribe.

La finalidad de la línea subterránea de media tensión, centro de transformación y línea subterránea de baja tensión en proyecto es el suministro de energía eléctrica a diferentes parcelas ubicadas en el polígono 510 del término de Alarcón, con una previsión de potencia que se estima a continuación:

- Polígono 510 Parcela 5113:	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5133:	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5135:	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 55	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5109	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5112	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5110	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5111	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5168	<u>9,900 kW</u>

**Total Previsión Inicial: 89,100 kW**

Como son varias las parcelas que han solicitado suministro al ayuntamiento además de estas, se estima una previsión de potencia de 100 kW, por lo que se proyecta un centro de transformación de 250 kVA's.

### 3. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es definir, diseñar y calcular una instalación eléctrica de A.T. en 20 KV consistente en:

- Entronque con la red de distribución de I-DE y paso de Línea Aérea a Subterránea en Media Tensión.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Línea subterránea de 20 KV con una longitud de 629 mts para alimentación a centro de transformación.

- Centro de transformación de abonado con una potencia instalada de 250 KVA y relación 20KV / 400-230V en edificio prefabricado de hormigón.

- Líneas Subterráneas de Baja Tensión:

- Línea 1 con una longitud de 750 mts para alimentación a los abonados de las Parcelas 5113, 5133, 5135, 5111 y 5168 del Polígono 510 del término municipal de Alarcón (Cuenca).

- Línea 2 con una longitud de 170 mts para alimentación al abonado de la Parcela 55 del Polígono 510.

- Línea 3 con una longitud de 770 mts para alimentación a los abonados de las Parcelas 5109, 5112 y 5110 del Polígono 510.

Asimismo, se redacta este proyecto con la doble finalidad de que sirva de guía básica para la realización de la obra y al mismo tiempo valga como documento para la tramitación de la correspondiente autorización oficial por parte de los Organismos competentes con el objeto de legalizar y obtener los permisos necesarios para la ejecución y puesta en marcha de la instalación.

Con este proyecto se pretende legalizar las instalaciones que en él se describen. Cualquier otra instalación que pudiera derivar de ésta que se proyecta será objeto de otro/s proyecto/s o estudio/s específico/s aparte de este si así se requiriese. Por otro lado, será el titular de la instalación o a quien éste haga el encargo, quien solicite las autorizaciones y permisos que sean necesarias a las entidades y organismos competentes que aplique (ayuntamiento, servicio de Industria, propiedades afectadas, etc.) para la puesta en servicio de la instalación.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



La finalidad de la instalación que se proyecta es proporcionar suministro eléctrico a las diferentes parcelas ubicadas dentro del polígono 510 del término municipal de Alarcón (Cuenca).

#### 4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

La titularidad de la instalación que se proyecta recaerá sobre el Ayuntamiento de Alarcón con los siguientes datos identificativos:

Entidad: EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALARCÓN  
C.I.F.: P-1600300-F  
Domicilio: Plaza del Infante Don Juan Manuel, 1  
C. Postal: 16214  
Localidad: Alarcón (Cuenca)

#### 5. SOLICITANTE

El Excmo. Ayuntamiento de Alarcón con domicilio en Plaza del Infante Don Juan Manuel, 1, 16214 Alarcón (Cuenca), con C.I.F. Nº P-1600300-F, por mediación de su alcaldesa, D<sup>a</sup>. Milagros Poveda Martínez, encargó en el mes de agosto de 2022 al Ingeniero Técnico Industrial D. Juan Diego García Simón, Colegiado número 25385, del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid con domicilio en San Lorenzo de la Parrilla (Cuenca), C.P. 16770, en la C/ Capitán Peña, Nº 7 el **PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS**, sito en el Polígono 510 del término municipal de Alarcón (Cuenca).

#### 6. NORMATIVA A APLICAR

Para la redacción del presente Proyecto se han tenido en cuenta en todo momento las siguientes disposiciones:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- 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 (Ley 54/1997).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobadas por Real Decreto 223/2008 y publicado en el B.O.E. del 19/03/2009.
- Real decreto 8664 de Mayo del 2008, Corrección de erratas del 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 12385 de julio del 2008, Corrección de errores del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT 01 a 23 aprobadas por Real decreto 337/2014 y publicado en el B.O.E. 9-06-14, así como sus adicciones y actualizaciones sucesivas.
- Modificaciones de las Instrucciones Técnicas Complementarias publicadas por Orden Ministerial en el BOE nº 72 de 24 de marzo de 2000 y la corrección de erratas publicadas en el BOE nº 250 del 18 de octubre de 2000.
- Real decreto 8664 de Mayo del 2008, Corrección de erratas del 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.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Real decreto 12385 de julio del 2008, Corrección de errores del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (RD 842/2002, de 2 de agosto).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008, y en el que se establece el plan de sustitución de equipos de medida por nuevos equipos que permitan la discriminación horaria y la telegestión, así como la implantación de los sistemas de telegestión y telemedida.
- 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.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por RD de 12.11.1982 y publicado en el BOE núm. 288 del 01.12.1982 y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Orden de 06.07.1984, y publicado en el BOE núm. 183 de 01.08.1984 y su posterior modificación, Orden de 10 de Marzo de 2000 publicada asimismo en el BOE núm. 72 del 24.02.2000.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por Decreto 314/2006 de 17 de marzo de 2006 y publicado en el BOE núm. 74 del 28 de marzo de 2006.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Normas UNE y especificaciones técnicas relacionadas con los reglamentos relacionados anteriormente.

- Condicionados de aplicación de organismos afectados por las instalaciones.

- Normas y especificaciones técnicas de aplicación de la compañía suministradora IDE.

- Normativa y disposiciones legales municipales de aplicación del ayuntamiento de Alarcón (Cuenca).

## 7. EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN REFERENCIADA

Las diferentes parcelas para las que se solicita suministro eléctrico quedan emplazadas en el polígono 510 del término municipal de Alarcón.

El centro de transformación quedará emplazado en:

Parcela Nº 56 del Polígono Nº 510

16214 Alarcón (Cuenca)

La parcela en cuestión se corresponde con la referencia catastral 16003A510000560000HF localizada en el entorno de las coordenadas (UTM30 ETRS89):

X = 579338

y = 4378422

Las diferentes partes que constituyen la instalación que engloba este proyecto quedan establecidas dentro y fuera de la citada parcela, tal y como se puede apreciar en los planos. La localización referenciada de las diferentes unidades funcionales que aparecen en este proyecto se corresponde con las siguientes coordenadas:

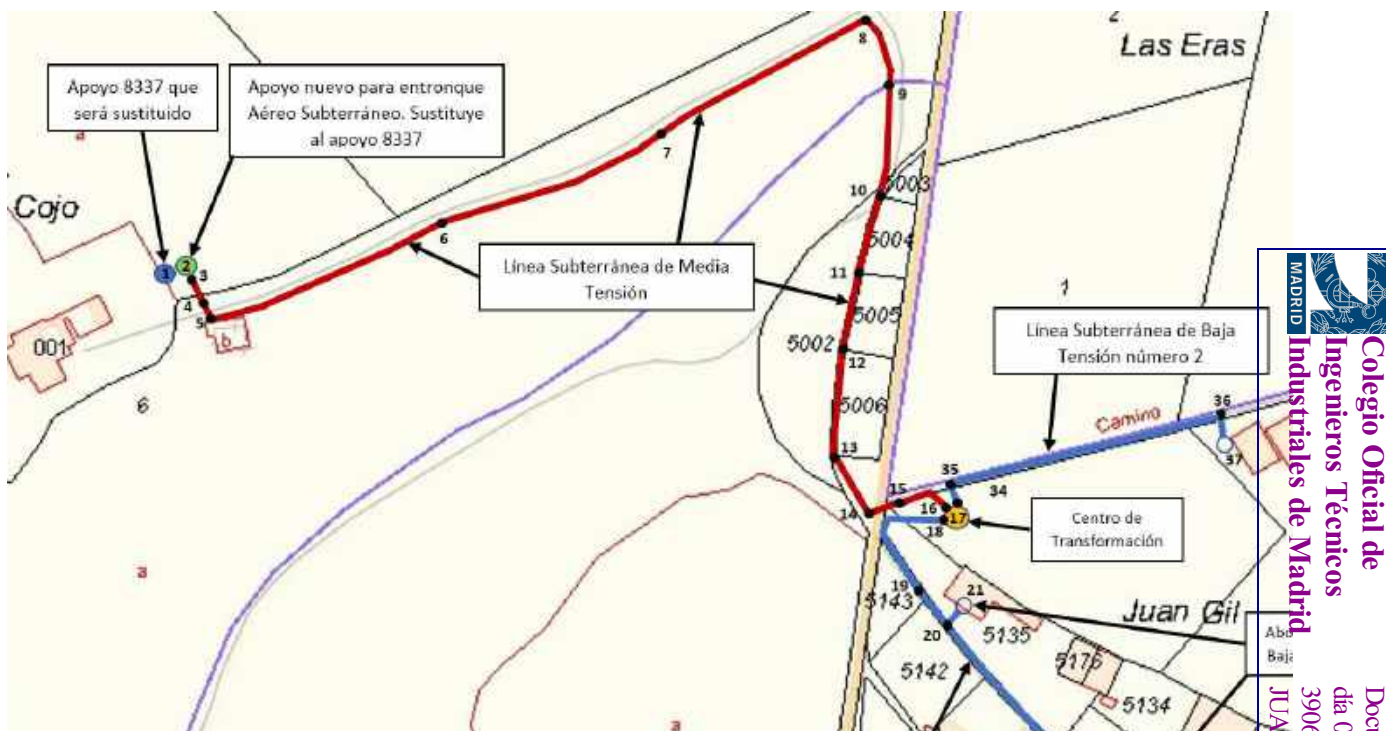


Imagen 1: Apoyo de Entronque, Línea Subterránea de Media Tensión (ROJO) y Línea Subterránea de Baja Tensión (AZUL)

• 1 Apoyo Compañía 8337 que se sustituye:	X=578984	Y=4378511
• 2 Apoyo nuevo para entronque Aéreo Subterráneo:	X=578988	Y=4378512
• 3 Principio línea subterránea de MT:	X=578988	Y=4378512
• 4 Principio cruzamiento con camino:	X=578991	Y=4378503
• 5 Final cruzamiento con camino:	X=578994	Y=4378496
• 6 Línea Subterránea de MT:	X=579098	Y=4378545
• 7 Línea Subterránea de MT:	X=579165	Y=4378588
• 8 Línea Subterránea de MT:	X=579293	Y=4378633
• 9 línea Subterránea de MT:	X=579303	Y=4378609
• 10 Línea Subterránea de MT:	X=579297	Y=4378558
• 11 Línea Subterránea de MT:	X=579288	Y=4378522
• 12 Línea Subterránea de MT:	X=579281	Y=4378486
• 13 Línea Subterránea de MT:	X=579278	Y=4378438
• 14 Principio Cruzamiento carretera CUV-8033:	X=579291	Y=4378419
• 15 Final Cruzamiento carretera CUV-8033:	X=579307	Y=4378416
• 16 Final Línea Subterránea de MT:	X=579338	Y=4378422
• 17 CT-250 KVA's:	X=579338	Y=4378422

En cuanto al suministro en Baja Tensión para los abonados lo vemos en la siguiente imagen con sus coordenadas:

**Línea 1 de BT (imagen número 1):**

• 18 Principio de línea subterránea de Baja tensión:	X=579338	Y=4378422
• 19 Línea subterránea de BT:	X=579318	Y=4378377
• 20 Derivación LSBT para abonado:	X=579330	Y=4378362
• 21 Punto de abonado en Baja Tensión:	X=579337	Y=4378369
• 22 Derivación LSBT para abonado:	X=579402	Y=4378280
• 23 Punto de abonado en Baja Tensión:	X=579435	Y=4378304
• 24 Línea subterránea de BT:	X=579451	Y=4378230
• 25 Línea subterránea de BT:	X=579424	Y=4378179
• 26 Línea subterránea de BT:	X=579394	Y=4378102
• 27 Derivación LSBT para abonado:	X=579344	Y=4378023
• 28 Punto de abonado en Baja Tensión:	X=579352	Y=4378017
• 29 Derivación LSBT para abonado:	X=579293	Y=4377954
• 30 Punto de abonado en Baja Tensión:	X=579307	Y=4377939
• 31 Línea subterránea de BT:	X=579258	Y=4377930
• 32 Derivación LSBT para abonado:	X=579278	Y=4377968
• 33 Punto de abonado en Baja Tensión:	X=579267	Y=4377971

**Línea 2 de BT (imagen número 2):**

• 34 Principio de línea subterránea de Baja tensión:	X=579323	Y=4378410
• 35 Línea subterránea de BT:	X=579325	Y=4378423
• 36 Derivación LSBT para abonado:	X=579451	Y=4378459
• 37 Punto de abonado en Baja Tensión:	X=579455	Y=4378449

**Línea 3 de BT (imagen número 2):**

• Puntos 18 a 24 de la línea 1		
• 38 Línea subterránea de BT:	X=579523	Y=4378189
• 39 Línea subterránea de BT:	X=579465	Y=4378092
• 40 Derivación LSBT para abonado:	X=579411	Y=4377993
• 41 Punto de abonado en Baja Tensión:	X=579417	Y=4377987



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



- 42 Derivación LSBT para abonado: X=579366 Y=4377944
- 43 Punto de abonado en Baja Tensión: X=579357 Y=4377951
- 44 Derivación LSBT para abonado: X=579296 Y=4377869
- 45 Punto de abonado en Baja Tensión: X=579289 Y=4377877

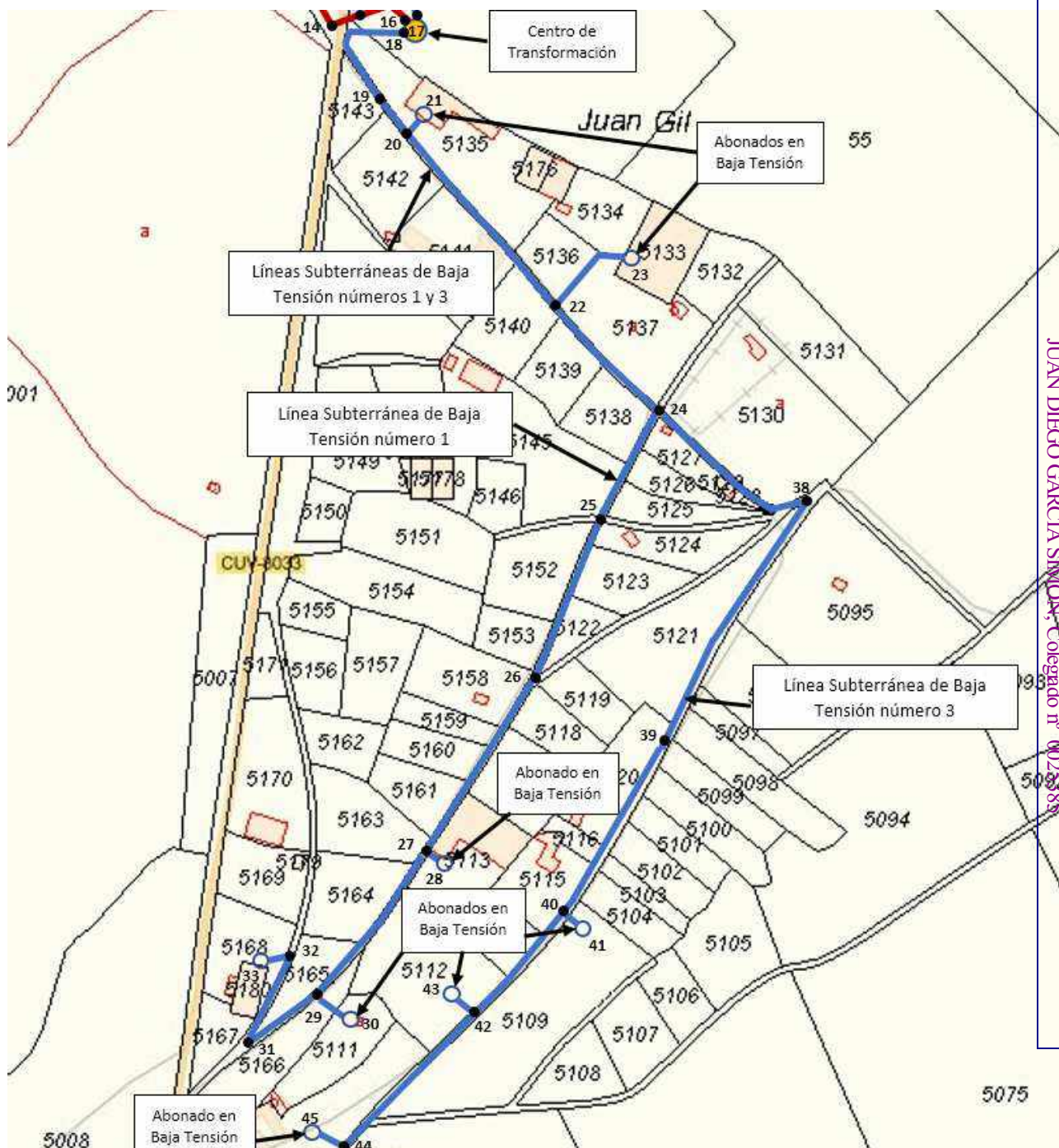


Imagen 2: Líneas Subterráneas de Baja Tensión (color AZUL) y puntos de abonados en BT



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0022883

**VISADO**



## 8. EMPRESA SUMINISTRADORA Y SOLICITUD DEL SUMINISTRO

En nuestro caso concreto la empresa suministradora de la energía será IDE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. (grupo Iberdrola). Se aplicará su normativa en la ejecución del proyecto, en las obras, y en general en todo lo que sea de su competencia.

La solicitud de suministro solicitada por la propiedad fue autorizada en su día por esta empresa dando el punto de entronque con sus instalaciones según se indica en el expediente 9042317893.

## 9. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

### **Media tensión:**

➤ Clase de corriente:	Alterna
➤ Sistema:	Trifásico (3 Fases)
➤ Frecuencia industrial:	50 Hz
➤ Tensión nominal de la red:	20 KV
➤ Tensión más elevada de la red:	24 KV
➤ Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo:	125 KV
➤ Tensión soportada nominal de corta duración a frec. Ind.:	50 KV
➤ Categoría (según ITC-RAT 04, Pto. 1):	Tercera categoría

### **Baja Tensión:**

➤ Clase de corriente:	Alterna
➤ Frecuencia:	50 Hz
➤ Tensión nominal de la red:	230 / 400 V
➤ Tensión máxima entre fase y tierra:	250 V
➤ Sistema de puesta a tierra:	Neutro unido directamente a tierra
➤ Aislamiento de los cables de red:	0,6 / 1 kV
➤ Intensidad máxima de cc trifásico:	50 kA



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 10. INSTALACIONES Y TRABAJOS QUE COMPRENDE EL PROYECTO

En líneas generales, el proyecto engloba los siguientes trabajos e instalaciones de alta tensión en 20 KV y baja tensión, los cuales serán cedidos a la compañía distribuidora IDE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. (grupo Iberdrola):

- Entronque con la red de distribución con nuevo apoyo de derivación.
- Línea Subterránea de Media Tensión.
- Centro de transformación de 250 KVA's.
- Líneas Subterráneas de Baja Tensión.

### 10.1. Entronque con la red de distribución y apoyo de derivación

En este apartado se realiza el paso de línea de aérea a subterránea con una longitud de 8 mts realizada con cables unipolares 12/20 KV HEPRZ1 con conductores de aluminio y sección 3(1x240) mm<sup>2</sup> canalizados en tubo de PE D=200 mm, en el apoyo número 8337 de la Línea Aérea de Media Tensión 3505-14 propiedad de i-DE, el cual será sustituido.

La línea proyectada entroncará en un nuevo apoyo (Punto número 2) que se instalará en el vano existente entre dos apoyos de hormigón, cuya línea aérea de Media Tensión (M.T.) es propiedad de Iberdrola. Este nuevo apoyo de entronque (Punto número 2), servirá de entronque aéreo subterráneo para pasar la nueva línea de aérea a subterránea.

El nuevo apoyo (Punto número 2) quedará emplazado en terreno particular o privado, propiedad de D. Ángel Meneses Zamora, el resto de la línea quedará emplazada en zonas de propiedad privada y pública tal y como se especificó en el documento 1 de este proyecto.

Este apoyo de derivación se calcula como apoyo de amarre de línea correspondiente a la línea derivada. Será un apoyo con cadenas de aislamiento de amarre y con seccionadores unipolares.



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

El apoyo de celosía seleccionado para la sustitución del apoyo actual y la derivación a instalación subterránea es el C2000-12E con su cimentación correspondiente. En este apoyo de entronque, como cabecera de línea, se instalará un elemento de maniobra (cortacircuitos fusibles, seccionadores de expulsión u otro tipo de protección, según corresponda) y un OCR manual o seccionador.

Tal y como se ha comentado al inicio de este punto 10, el entronque será cedido a la compañía distribuidora IDE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. (grupo Iberdrola).

## 10.2. Línea Subterránea de Media Tensión

Esta Línea Subterránea de Media Tensión sirve para alimentar al Centro de Transformación de 250 KVA's. Tiene una longitud de 629 mts y se realizará con cables unipolares 12/20 KV HEPRZ1 de aluminio y sección 3(1x240) mm<sup>2</sup> canalizados en tubo de PE D=200 mm.

La línea en proyecto entroncará en el apoyo nuevo (Punto número 2) que sustituye al apoyo existente número 8337 y finalizará en el Centro de transformación (C.T.) de 250 KVA's proyectado (Punto número 17).

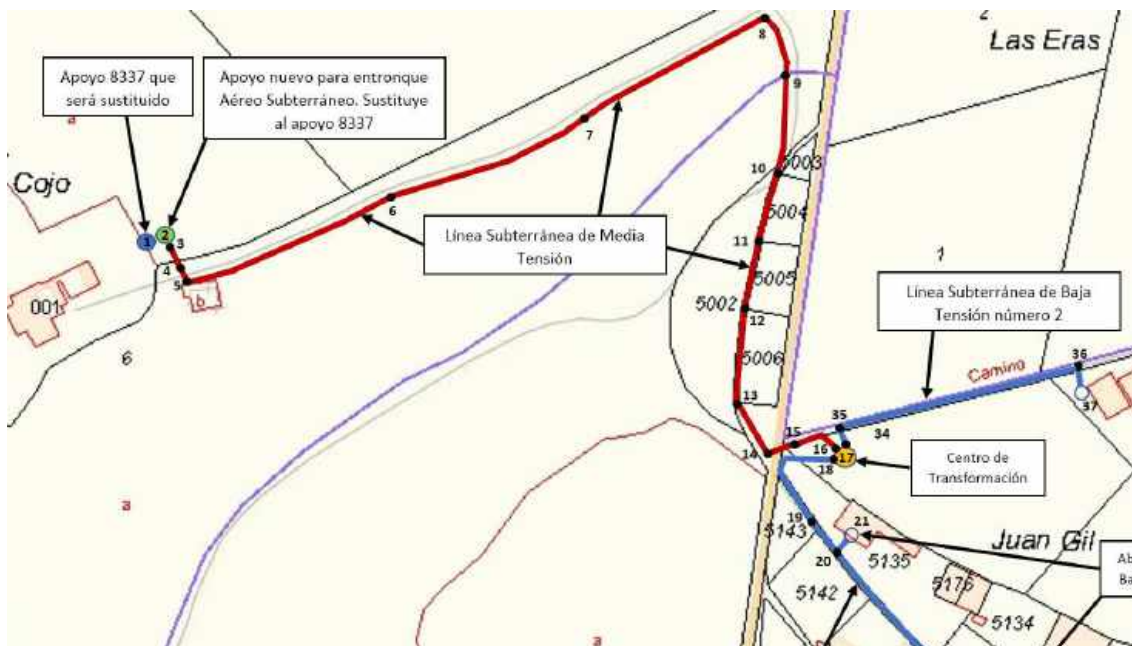


Imagen 3: Trazado de la Línea Subterránea de Media Tensión (color ROJO)



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el apdo. 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

El primer cruzamiento lo tenemos con un camino ubicado dentro de la Parcela 6 del Polígono 505, entre los puntos 4 y 5 de la imagen anterior. El segundo cruzamiento lo tenemos con la carretera CUV-8033 en los puntos 14 y 15 de la imagen anterior. La carretera es propiedad de la Diputación Provincial de Cuenca y se encuentra ubicada en la Parcela 9001 del Polígono 510.

Los paralelismos de esta línea subterránea de media tensión los tenemos con el camino ubicado dentro de la Parcela 6 del Polígono 505 entre los puntos 5 y 10 de la imagen 1 anterior y el siguiente paralelismo será con la Parcela 9001 del Polígono 510 entre los puntos 10 y 14.

Al igual que se ha comentado en el apartado del entronque, la línea subterránea de media tensión será cedida a la compañía distribuidora IDE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. (grupo Iberdrola).

### 10.3. Centro de Transformación Compacto 250 KVA's

Se proyecta un Centro de transformación compacto de 250 KVA's con relación 20KV/400-230V (ver punto 17 imagen anterior).

El centro de transformación de 250 KVA que se proyecta tendrá la función de transformar o convertir la alta tensión de suministro (20 KV) en baja tensión (400-230 V) para poder hacer uso de la energía en las diferentes instalaciones de abonados que se realizarán en un futuro.

Las características generales del Centro de Transformación son:

- Relación de transformación 20KV/420 V y potencia del transformador 250 KVA.
- Conjunto compacto CTC-TELE-250/20-K para utilización en centros de transformación en edificio prefabricado.

- Quedará ubicado dentro del recinto parcelario de la explotación (ver plano nº 2).
- Quedará acometido por una línea subterránea de 20KV (objeto también de este proyecto), la cual entroncará en el citado centro de transformación.
- Conjunto de elementos eléctricos situados sobre un soporte único denominado plataforma conformado por celda, cuadro de baja tensión y transformador.

El centro de transformación también será cedido a la compañía distribuidora IDE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. (grupo Iberdrola).

#### 10.4. Líneas Subterráneas de Baja Tensión

Estas Líneas Subterráneas de Baja Tensión sirve para llevar suministro eléctrico a los abonados finales. Tienen unas longitudes de 750 mts la línea 1, de 170 mts la línea 2 y de 770 mts la línea 3 y se realizarán con cables unipolares de aislamiento de polietileno reticulado y conductor de aluminio, tipo XZ1 (S) 0,6 / 1 kV 3x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al canalizados en tubo de D=160 mm para las líneas 1 y 3 y con cables unipolares de aislamiento de polietileno reticulado y conductor de aluminio, tipo XZ1 (S) 0,6 / 1 kV 3x95 + 1x50 mm<sup>2</sup> Al canalizados en tubo de D=160 mm.

Las líneas en proyecto parten del Centro de Transformación (Punto número 18) para dar suministro a nueve abonados que son:

- Línea 1 con una longitud de 750 mts para alimentación a los abonados de las Parcelas 5113, 5133, 5135, 5111 y 5168 del Polígono 510.
- Línea 2 con una longitud de 170 mts para alimentación al abonado de la Parcela 55 del Polígono 510.
- Línea 3 con una longitud de 770 mts para alimentación a los abonados de las Parcelas 5109, 5112 y 5110 del Polígono 510.



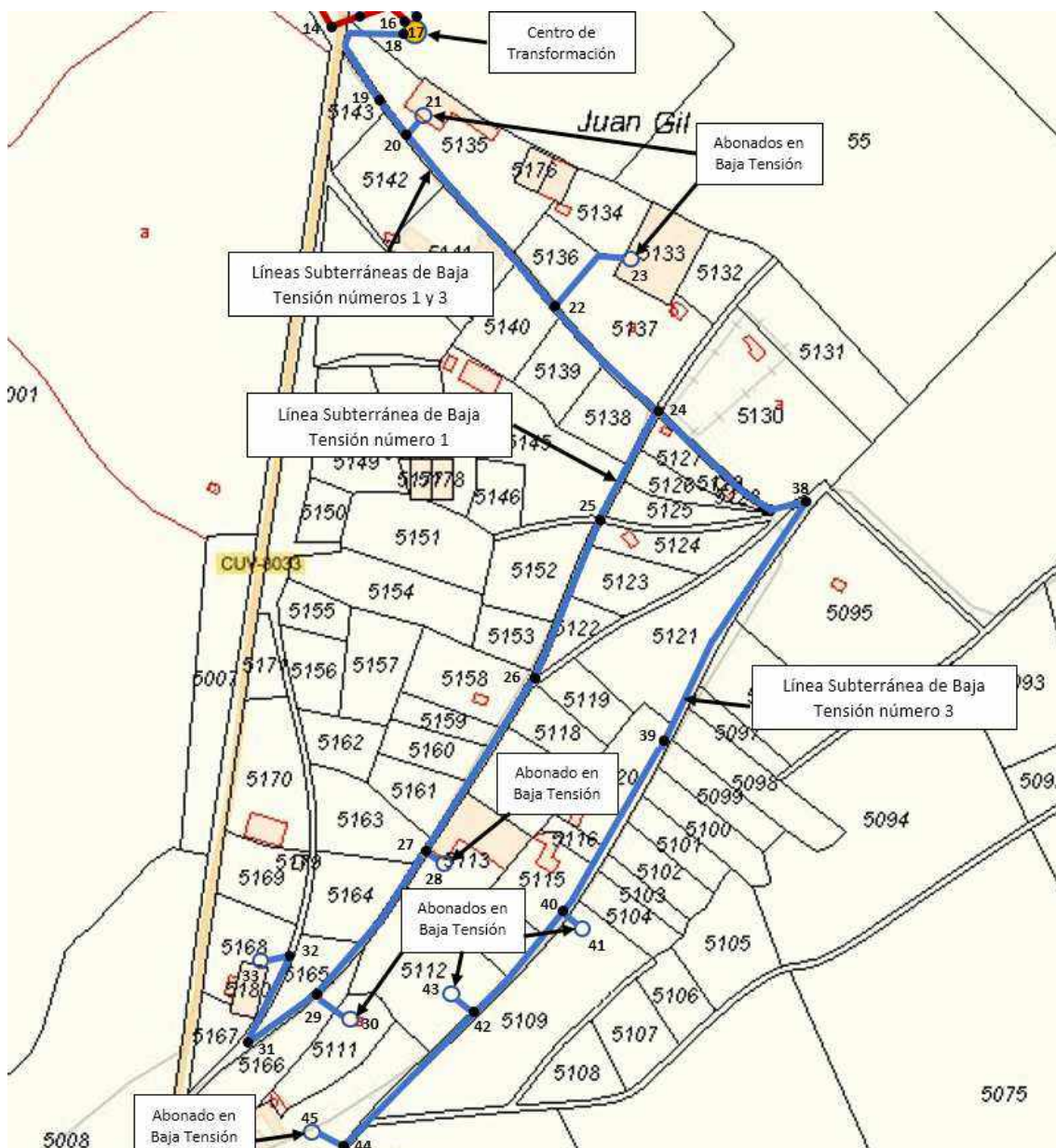


Imagen2: Trazado de la Línea Subterránea de Baja Tensión (color AZUL)

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el apdo. 2 de la ITC-BT 07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

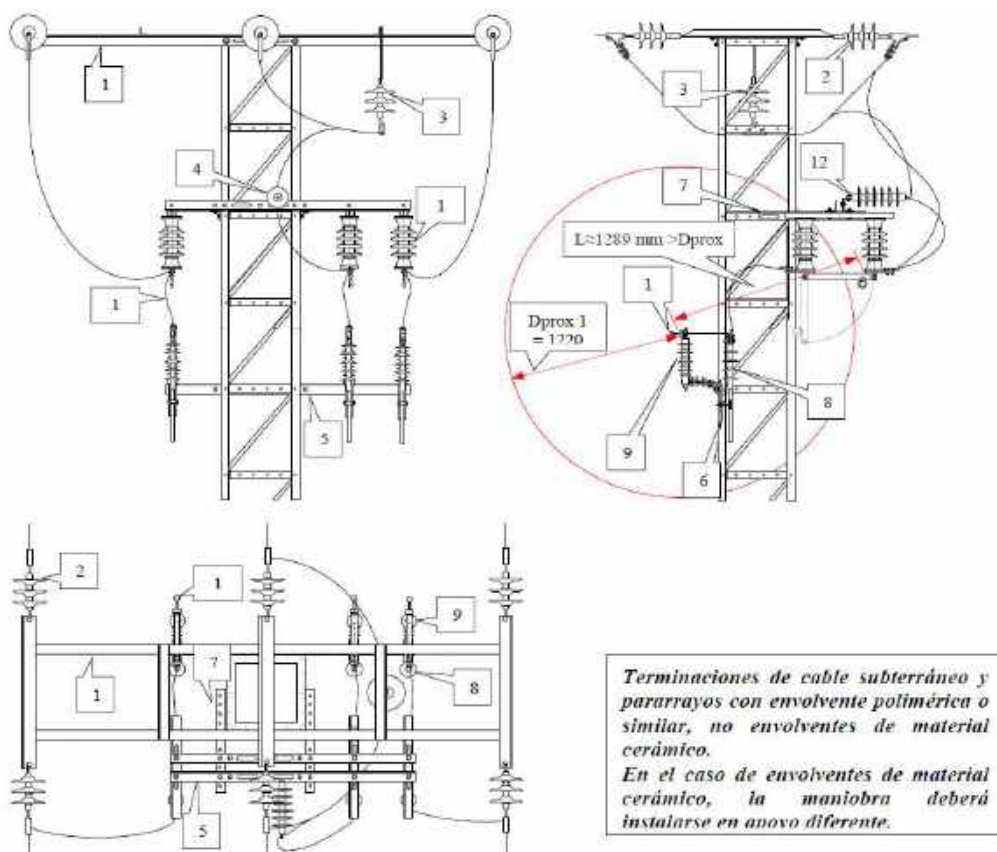
Al igual que se ha comentado en el apartado del entronque, línea subterránea de media tensión y centro de transformación, la línea subterránea de baja tensión será cedida a la compañía distribuidora IDE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. (grupo Iberdrola).

## 11. ENLACE CON LAS INSTALACIONES DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La conexión de la instalación objeto de este proyecto con las instalaciones de la Compañía Suministradora I-DE se realizará en la línea aérea de distribución denominada "LAMT 3505-14", la cual discurre por el término municipal de Alarcón, según se detalla en los planos.

El entronque se realizará sustituyendo el apoyo existente (nº 8337) al lado del cual se instalará otro apoyo de características similares considerado como apoyo de derivación. Este entronque será realizado por la compañía suministradora I-DE.

Se instalará un apoyo de derivación a simple línea subterránea con seccionadores unipolares tal y como se refleja en la siguiente imagen extraída del MT 2.21.60 de Iberdrola:



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



Figura 16a - Armado de derivación con seccionadores en apoyo de perfiles metálicos con cruceta recta

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	1	Cruceta Recta	RC-S	NI 52.31.02
2	6	Cadena de amarre	CA	NI 48.08.01
3	1	Cadena de suspensión	CS	NI 48.08.01
4	1	Aislador de apoyo	U70PP	NI 48.08.01
5	3	Angular L-70.7-2040	L-70.7-2040	NI 52.30.24
6	3	Chapa CH-8-300	CH-8-300	NI 52.30.24
7	2	Angular L-60.5-700	L-60.5-700	NI 52.30.24
8	3	Terminación cable subterráneo	TES/24	NI 56.80.02
9	3	Pararrayos	POM-P	NI 75.30.02
10	3	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U24	NI 74.51.01
11	3	Punto fijo de puesta a tierra	PFPT	NI 52.30.24
12	1	Pieza L-70.6-70	L-70.6-70	NI 52.30.24
13	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

## 12. PREVISIÓN DE POTENCIA

Según un estudio previo realizado por el equipo de ingeniería encargado del proyecto, se estimó una previsión de potencia de 29,700 kW; la cual fue solicitada en su día a I-DE según expediente 9042317893, aunque se ha hecho una ampliación de abonados siendo la previsión de potencia de 89,100 kW.

Para poder hacer frente a esta demanda inicial y otras futuras se proyecta un centro de transformación con un transformador de 250 KVA's.

## 13. RELACIÓN DE PROPIEDADES AFECTADAS POR LA INSTALACIÓN

El centro de transformación y los últimos 35 mts de la línea subterránea de alimentación quedarán emplazados en el interior de la parcela 56 del polígono 510 perteneciente a la Cámara Agraria Local, por lo que no afectará a otras propiedades ajenas.

No sucederá así con el resto de la instalación que se proyecta, la cual quedará establecida en terrenos de dominio público y/o parcelas de propiedad privada. Las afecciones se producirán según se detallan en el los planos y en la medida que se expone en la siguiente relación:

- Entronque Línea Aérea de Media Tensión a Línea Subterránea de Media Tensión.

TIPO DE AFECCIÓN	LONGITUD	POLÍGONO, PARCELA Y ENTIDAD O PERSONA AFECTADA
Punto 2: Implantación de apoyo para entronque aéreo – subterráneo que sustituye al actual apoyo nº 8337	8 metros	Polígono 505 Parcela 7 D. Ángel Meneses Zamora

- Línea Subterránea de Media Tensión 20 kV a Centro de Transformación.

TIPO DE AFECCIÓN	LONGITUD	POLÍGONO, PARCELA Y ENTIDAD O PERSONA AFECTADA
Punto 3 a punto 4	9 metros	Polígono 505 Parcela 6 D. Ángel García Torrijos
Cruzamiento camino acceso paraje TAINA EL COJO: Punto 4 a punto 5	6 metros	Polígono 505 Parcela 6 D. Ángel García Torrijos
Paralelismo con camino de acceso al paraje TAINA EL COJO: Punto 5, punto 6, punto 7 y punto 8	325 metros	Polígono 505 Parcela 6 D. Ángel García Torrijos
Paralelismo con camino de acceso al paraje TAINA EL COJO: Punto 8 a punto 9	35 metros	Polígono 505 Parcela 6 D. Ángel García Torrijos
Paralelismo con camino: Punto 9 a punto 10	55 metros	Polígono 510 Parcela 5001 Familia García Torrijos
Paralelismo con camino: Punto 10, punto 11, punto 12, punto 13 y punto 14	150 metros	Polígono 510 Parcela 9001 Diputación Provincial de Cuenca
Cruzamiento Carretera CUV-8033: Punto 14 a punto 15	14 metros	Polígono 510 Parcela 9001 Diputación Provincial de Cuenca
Paralelismo con camino interior: Punto 15 a Punto 16 (Centro de Transformación)	35 metros	Polígono 510 Parcela 56 Cámara Agraria Local



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Líneas Subterráneas de Baja Tensión de Centro de Transformación a abonados.

Línea 1:

TIPO DE AFECCIÓN	LONGITUD	POLÍGONO, PARCELA Y ENTIDAD O PERSONA AFECTADA
Punto 18 a punto 19	70 metros	Polígono 510 Parcela 9010 Ayuntamiento de Alarcón
Puntos 19 a 20, 20 a 22 y de 22 a 27	347 metros	Polígono 510 Parcela 9010 Ayuntamiento de Alarcón
Punto 20 a punto 21	10 metros	Polígono 510 Parcela 5135 D <sup>a</sup> . Filomena Ruiz Navarro
Punto 22 a punto 23	36 metros	Polígono 510 Parcelas 5137 – 5133 Cooperativa San Sebastián
Punto 22 a punto 23	36 metros	Polígono 510 Parcela 5134 D <sup>a</sup> . Carmen Ruiz Navarro
Punto 22 a punto 23	36 metros	Polígono 510 Parcela 5136 D <sup>a</sup> . Vicenta Ruiz Navarro
Punto 27 a punto 28	10 metros	Polígono 510 Parcela 5113 D. Rufino Contreras Contreras D. Ernesto Contreras Contreras
Puntos 27 a 29, 29 a 31 y de 31 a 32	189 metros	Polígono 510 Parcela 9010 Ayuntamiento de Alarcón
Punto 29 a punto 30	10 metros	Polígono 510 Parcela 5111 D. Isidro López López
Punto 32 a punto 33	16 metros	Polígono 510 Parcela 5168 D. Dionisio Cerrillo Navarro



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Línea 2:

TIPO DE AFECCIÓN	LONGITUD	POLÍGONO, PARCELA Y ENTIDAD O PERSONA AFECTADA
Punto 34 a punto 35	19 metros	Polígono 510 Parcela 56 Cámara Agraria Local
Punto 35 a punto 36	146 metros	Polígono 510 Parcela 9004 Ayuntamiento de Alarcón
Punto 36 a punto 37	5 metros	Polígono 510 Parcela 55 D. Enrique Fernández Casamayor

Línea 3:

TIPO DE AFECCIÓN	LONGITUD	POLÍGONO, PARCELA Y ENTIDAD O PERSONA AFECTADA
Punto 18 a punto 19	70 metros	Polígono 510 Parcela 5135 D <sup>a</sup> . Filomena Ruiz Navarro
Puntos 19 a 20, 20 a 22 y de 22 a 24	204 metros	Polígono 510 Parcela 9010 Ayuntamiento de Alarcón
Punto 24 a punto 38	90 metros	Polígono 510 Parcela 9010 Ayuntamiento de Alarcón
Punto 38 a punto 39 y 39 a 40	228 metros	Polígono 510 Parcela 9010 Ayuntamiento de Alarcón
Punto 40 a punto 41	6 metros	Polígono 510 Parcela 5109 D. Esteban Castellano Alvento
Punto 40 a 42 y 42 a 44	160 metros	Polígono 510 Parcela 9010 Ayuntamiento de Alarcón
Punto 42 a punto 43	6 metros	Polígono 510 Parcela 5112 D <sup>a</sup> . Amparo Merchante Tortosa
Punto 44 a punto 45	6 metros	Polígono 510 Parcela 5110 Ayuntamiento de Alarcón

Será por tanto necesario, obtener licencia y/o permiso para la realización de la obra y el establecimiento de la instalación en estas zonas por parte de las entidades afectadas; en este caso:

- Excelentísimo ayuntamiento de Alarcón.
- Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y vivienda. Unidad de Carreteras del Estado en Cuenca.
- Así mismo, se consultará a las diferentes empresas distribuidoras de gas, telecomunicaciones, agua, alcantarillado, etc., para comprobar la posible interferencia de sus redes con la instalación proyectada.

#### 14. MATERIALES

Todos los materiales empleados en la ejecución de las obras estarán homologados y tendrán su correspondiente certificado de calidad, además, serán de los tipos “aceptados” por la Compañía Suministradora de Electricidad (i-DE).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 kg/m<sup>2</sup> como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO<sub>4</sub> Cu al 20 % de una densidad de 1,18 a 18 °C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

Por otro lado, los materiales utilizados en aislar la instalación de las partes en tensión de la misma, estarán dimensionados, como mínimo, para la tensión más elevada de 24 KV (aislamiento pleno).

#### 15. CESIONES

El Excmo. AYUNTAMIENTO DE ALARCÓN cederá a IDE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. (grupo Iberdrola), las instalaciones referenciadas en el presente proyecto, libres de cargas, gravámenes, compensaciones y tasas, cánones y precio por ocupación del vuelo, suelo y



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

subsuelo, de conformidad con lo dispuesto en la legislación vigente, y en especial el art. 25 del R.D. 1048/2013 de 27 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

San Lorenzo de la Parrilla, marzo de 2024

**EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL**



Fdo.- Juan Diego García Simón

Colegiado Nº 25385

C.O.I.T.I. MADRID



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**PROYECTO:**

**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA  
TENSIÓN, CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Y LSBT PARA  
SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS  
EN ALARCÓN (CUENCA) Rev.2**

**REFERENCIA: 2205PRLMT**

**DOCUMENTO Nº 2:**

**CÁLCULOS:  
ENTRONQUE, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE  
MEDIA TENSIÓN (LSMT), CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN (CT), LÍNEAS  
SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN  
(LSBT) Y CGP**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**SAN LORENZO DE LA PARRILLA, marzo de 2024**



## **INDICE DE CÁLCULOS: ENTRONQUE, LSMT, CTC, LSBT Y CGP**

### **1. ENTRONQUE CON LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

#### **1.1. Objeto**

#### **1.2. Conversiones aéreo-subterráneas**

#### **1.3. Apoyo de derivación. Tipo y cimentación**

#### **1.4. Coeficientes de seguridad**

#### **1.5. Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos**

#### **1.6. Paso por zonas**

#### **1.7. Vanos**

#### **1.8. Puesta a tierra y medidas de seguridad**

#### **1.9. Seccionamiento y protección**

#### **1.10. Medidas de protección para la avifauna (RD 1432/2008 de 29 de agosto)**

#### **1.11. Cálculos**

##### ***1.11.1. Cálculo eléctrico***

##### ***1.11.2. Distancias de seguridad***

##### ***1.11.3. Cálculo mecánico***

### **2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (LSMT)**

#### **2.1. Objeto**

#### **2.2. Trazado de la línea**

#### **2.3. Descripción general de la instalación**

#### **2.4. Punto de entronque con la red de distribución de i-DE**

#### **2.5. Potencia de cálculo asignada a la instalación**

#### **2.6. Trazado y canalización**

##### ***2.6.1. Generalidades de la canalización entubada***

##### ***2.6.2. Arquetas de registro. Calas de tiro***

##### ***2.6.3. Cinta de señalización de peligro***

#### **2.7. Características de los materiales**

##### ***2.7.1. Cables, empalmes y aparamenta eléctrica***

##### ***2.7.2. Accesorios***



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**2.7.3. Empalmes y botellas terminales**

**2.8. Instalación de cables aislados**

**2.9. Puesta a tierra**

**2.10. Cruzamientos**

**2.10.1. Cruzamientos con calles, caminos y carreteras**

**2.10.2. Cruzamientos con ferrocarriles**

**2.10.3. Cruzamientos con otros cables de energía eléctrica**

**2.10.4. Cruzamientos con cables de comunicación**

**2.10.5. Cruzamientos con canalizaciones de agua**

**2.10.6. Cruzamientos con canalizaciones de gas**

**2.10.7. Cruzamientos con conducciones de alcantarillado**

**2.10.8. Cruzamientos con depósitos de carburante**

**2.11. Proximidades y paralelismos**

**2.11.1. Otros cables de energía**

**2.11.2. Canalizaciones de agua**

**2.11.3. Canalizaciones de gas**

**2.11.4. Conducciones de alcantarillado**

**2.11.5. Depósitos de carburantes**

**2.12. Protecciones**

**2.12.1. Protección contra sobreintensidades**

**2.12.2. Protección contra sobretensiones**

**2.13. Cálculos**

**2.13.1. Intensidad de cálculo**

**2.13.2. Caída de tensión**

**2.13.3. Potencia máxima admisible**

**2.13.4. Pérdida de potencia**

**2.13.5. Intensidad máxima admisible de cortocircuito**

**3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (C.T.) DE 250 KVA'S EN EDIFICIO  
PREFABRICADO DE HORMIGÓN**

### 3.1. Objeto

### 3.2. Función del C.T. y características generales

### 3.3. Características de la instalación de suministro

### 3.4. Descripción del edificio

### 3.5. Características del CTC

#### 3.5.1. *Diseño*

#### 3.5.2. *Construcción*

### 3.6. Protecciones contra incendios y otras medidas de seguridad

### 3.7. Cálculos

#### 3.7.1. *Intensidad de alta tensión*

#### 3.7.2. *Intensidad de baja tensión*

#### 3.7.3. *Cortocircuitos*

#### 3.7.4. *Dimensionado del embarrado*

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

#### 3.7.6. *Comprobación por sollicitación electrodinámica*

#### 3.7.7. *Comprobación por sollicitación térmica*

#### 3.7.8. *Protección contra sobrecargas y cortocircuitos*

#### 3.7.9. *Dimensionado de los puentes de alta tensión*

#### 3.7.10. *Dimensionado de los puentes de baja tensión*

#### 3.7.11. *Ventilación del centro de transformación*

#### 3.7.12. *Instalaciones de puesta a tierra*

## 4. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN (LSBT)

### 4.1. Objeto

### 4.2. Trazado de la línea

### 4.3. Descripción general de la instalación

#### 4.3.1. *Características de los materiales*

#### 4.3.2. *Conductores*

#### 4.3.3. *Cajas generales de protección y hornacinas*

#### 4.3.4. *Accesorios*



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### 4.4. Potencia de cálculo asignada a la instalación

#### 4.5. Trazado y canalización

##### 4.5.1. *Instalación de los cables aislados. Canalización entubada*

##### 4.5.2. *Instalación de los cables aislados. Condiciones generales para*

*cruces*

##### 4.5.3. *Instalación de los cables aislados. Cruzamientos*

##### 4.5.4. *Instalación de los cables aislados. Proximidades y paralelismos*

##### 4.5.5. *Puesta a tierra del neutro*

#### 4.6. Cálculo eléctrico

##### 4.6.1. *Determinación de la sección*

##### 4.6.2. *Protecciones contra sobreintensidad*

### 5. ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS Y NIVEL DE RUIDO EN LA INSTALACIÓN PROYECTADA

5.1. Estudio y limitación de los campos magnéticos en la proximidad de las  
instalaciones

5.2. Estudio y limitación del nivel de ruido emitido por la instalación

### 6. CONCLUSIÓN



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 1. ENTRONQUE CON LA RED DE DISTRIBUCIÓN

### 1.1. Objeto

Este proyecto ha sido encargado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Alarcón con C.I.F. P-1600300-F y domicilio social en Plaza del Infante Don Juan Manuel, 1 – 16214 Alarcón (Cuenca), al Ingeniero Técnico Industrial que le suscribe.

En el momento de la redacción de este proyecto, se pretende llevar electricidad a la zona de Los Huertos ubicados en el Polígono 510 de la localidad de Alarcón (Cuenca) por parte del Excelentísimo Ayuntamiento de Alarcón, de forma que los propietarios de las diferentes parcelas ubicadas en el citado polígono puedan disponer de suministro eléctrico en sus parcelas.

Para dotar de energía eléctrica a estas parcelas se solicitó una petición de suministro de 29,700 KW a i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. (en adelante i-DE). Esta solicitud fue concedida de acuerdo a unas condiciones según informe con número de expediente: 9042317893 en el que se ofrece punto de entronque en línea aérea de distribución en 20KV de su propiedad, concretamente en el apoyo número 8337 de la línea aérea de media tensión 3505-14 (ver planos adjuntos). De este punto partirá la instalación diseñada para dar suministro a los diferentes abonados; consistente en una línea subterránea de media tensión y un centro de transformación de 250 KVA's.

Con este proyecto se pretende definir la instalación necesaria para proporcionar la energía eléctrica demandada por los futuros clientes ubicados en el polígono 510 del término municipal de Alarcón (Cuenca).

El objeto de este apartado es definir el entronque de la nueva Línea Subterránea de Media Tensión con la Línea Aérea de Media Tensión existente de 20 kV número 3505-14.

### 1.2. Conversiones aéreo - subterráneas

La línea proyectada entroncará de un nuevo apoyo (Punto número 2) que se instalará en el vano existente entre dos apoyos de hormigón, cuya línea aérea de Media Tensión (M.T.)



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

es propiedad de Iberdrola. Este nuevo apoyo de entronque (Punto número 2) que sustituye al apoyo 8337 (Punto número 1), servirá de entronque aéreo subterráneo para pasar la nueva línea de aérea a subterránea.

1.3. Apoyo de derivación. Tipo y cimentación

Se instalará un apoyo de derivación a simple línea subterránea con seccionadores unipolares tal y como se refleja en la siguiente imagen extraída del MT 2.21.60 de Iberdrola:

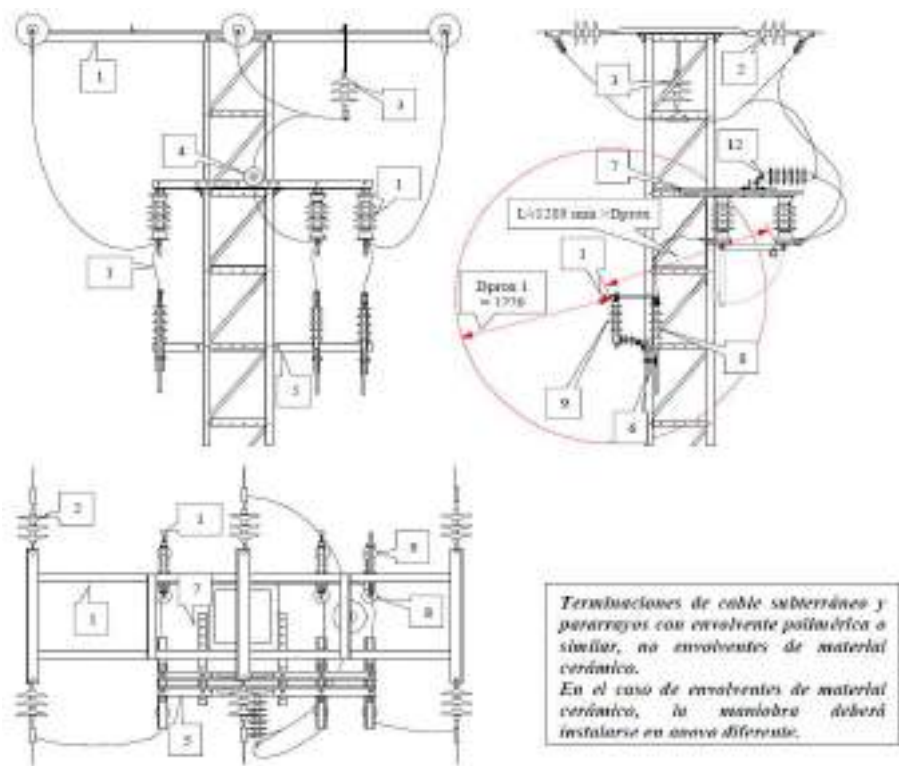


Figura 16a - Armado de derivación con seccionadores en apoyo de perfiles metálicos con cruceta recta

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	1	Cruceta Recta	RC-S	NI 52.31.02
2	6	Cadena de anillo	CA	NI 48.08.01
3	1	Cadena de suspensión	CS	NI 48.08.01
4	1	Aislador de apoyo	U70PP	NI 48.08.01
5	3	Angular L-70.7-2040	L-70.7-2040	NI 52.30.24
6	3	Chapa CH-8-300	CH-8-300	NI 52.30.24
7	2	Angular L-60.5-700	L-60.5-700	NI 52.30.24
8	3	Terminación cable subterráneo	TES/24	NI 56.80.02
9	3	Pararrayos	POM-P	NI 75.30.02
10	3	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U24	NI 74.51.01
11	3	Punto fijo de puesta a tierra	PFPT	NI 52.30.24
12	1	Pieza L-70.6-70	L-70.6-70	NI 52.30.24
13	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		



Este apoyo de derivación se calcula como apoyo de amarre de línea correspondiente a la línea derivada. Será un apoyo con cadenas de aislamiento de amarre y con seccionadores unipolares para una instalación empotrada.

Tabla 1: Apoyos normalizados

Apoyos para instalación empotrada				Apoyos para instalación con placa base y pernos			
Designación	Esfuerzo nominal daN	Altura m	Código	Designación	Esfuerzo nominal daN	Altura m	Código
C500-10E	500	10	5211002	C500-10P	500	10	5211202
C500-12E	500	12	5211003	C500-12P	500	12	5211203
C500-14E	500	14	5211004	C500-14P	500	14	5211204
C500-16E	500	16	5211005	C500-16P	500	16	5211205
C500-18E	500	18	5211006	C500-18P	500	18	5211206
C1000-12E	1000	12	5211010	C1000-12P	1000	12	5211210
C1000-14E	1000	14	5211011	C1000-14P	1000	14	5211211
C1000-16E	1000	16	5211012	C1000-16P	1000	16	5211212
C1000-18E	1000	18	5211013	C1000-18P	1000	18	5211213
C1000-20E	1000	20	5211014	C1000-20P	1000	20	5211214
C1000-22E	1000	22	5211015	C1000-22P	1000	22	5211215
C2000-12E	2000	12	5211022	C2000-12P	2000	12	5211219
C2000-14E	2000	14	5211023	C2000-14P	2000	14	5211220
C2000-16E	2000	16	5211024	C2000-16P	2000	16	5211221
C2000-18E	2000	18	5211025	C2000-18P	2000	18	5211222
C2000-20E	2000	20	5211026	C2000-20P	2000	20	5211223
C2000-22E	2000	22	5211027	C2000-22P	2000	22	5211224
C3000-12E	3000	12	5211031	C3000-12P	3000	12	5211228
C3000-14E	3000	14	5211032	C3000-14P	3000	14	5211229
C3000-16E	3000	16	5211033	C3000-16P	3000	16	5211230
C3000-18E	3000	18	5211034	C3000-18P	3000	18	5211231
C3000-20E	3000	20	5211035	C3000-20P	3000	20	5211232
C3000-22E	3000	22	5211036	C3000-22P	3000	22	5211233
C4500-12E	4500	12	5211041	C4500-12P	4500	12	5211237
C4500-14E	4500	14	5211042	C4500-14P	4500	14	5211238
C4500-16E	4500	16	5211043	C4500-16P	4500	16	5211239
C4500-18E	4500	18	5211044	C4500-18P	4500	18	5211240
C4500-20E	4500	20	5211045	C4500-20P	4500	20	5211241
C4500-22E	4500	22	5211046	C4500-22P	4500	22	5211242
C7000-12E	7000	12	5211050	C7000-12P	7000	12	5211246
C7000-14E	7000	14	5211051	C7000-14P	7000	14	5211247
C7000-16E	7000	16	5211052	C7000-16P	7000	16	5211248
C7000-18E	7000	18	5211053	C7000-18P	7000	18	5211249
C7000-20E	7000	20	5211054	C7000-20P	7000	20	5211250
C7000-22E	7000	22	5211055	C7000-22P	7000	22	5211251
C7000-24E	7000	24	5211056	C7000-24P	7000	24	5211252
C7000-26E	7000	26	5211057	C7000-26P	7000	26	5211253
C9000-12E	9000	12	5211061	C9000-12P	9000	12	5211257
C9000-14E	9000	14	5211062	C9000-14P	9000	14	5211258
C9000-16E	9000	16	5211063	C9000-16P	9000	16	5211259
C9000-18E	9000	18	5211064	C9000-18P	9000	18	5211260
C9000-20E	9000	20	5211065	C9000-20P	9000	20	5211261
C9000-22E	9000	22	5211066	C9000-22P	9000	22	5211262
C9000-24E	9000	24	5211067	C9000-24P	9000	24	5211263
C9000-26E	9000	26	5211068	C9000-26P	9000	26	5211264

El apoyo de celosía seleccionado para la derivación a instalación subterránea es el C2000-12E con su cimentación correspondiente.

Denominación: Apoyo de Celosía C2000-12E NI 52.10.01

Las características generales para este apoyo, según documento NI 52.10.01 y norma UNE 207017 son:

**a. Elementos constitutivos:** Los apoyos estarán constituidos por cabeza y fuste, éste último dependiendo de la altura nominal de los apoyos puede dividirse en dos o más tramos.

- Cabeza: constituida por cuatro montantes unidos por celosías y presillas, todos ellos formados por angulares de lados iguales, preferentemente, según la Norma UNE EN 10056-1 y unidos entre sí por soldadura a tope.
- Fuste: constituido por cuatro montantes y celosías, ambos formados por angulares de lados iguales, preferentemente, según Norma UNE EN 10056-1 y unidos a través de tornillería

**b. Esfuerzos nominales y casos de carga:** En la figura 1 se indican, a efectos de ensayo, las posiciones en que deberán aplicarse las cargas y en la tabla 2 se indican los esfuerzos y coeficientes de seguridad para los apoyos.

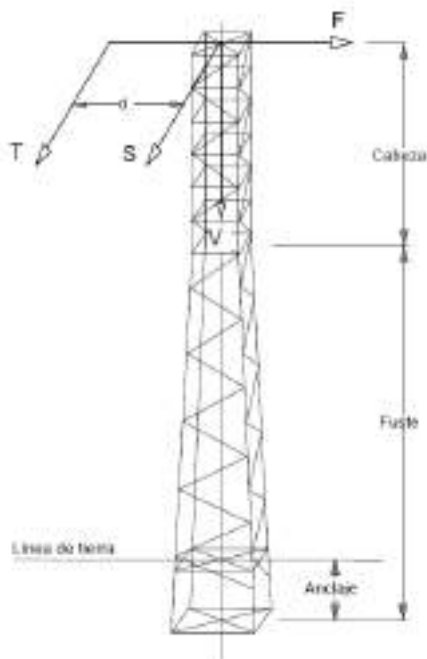


Fig.1: Aplicación de esfuerzos



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

Tabla 2  
Esfuerzos y coeficientes de seguridad

Esfuerzo nominal daN	Carga de trabajo mas sobrecarga daN			Cota n d	Coeficiente de seguridad	Carga de ensayo daN			
	Va)	S o F	T			Va)	S o F	Ta)	Ta)
500	600	500		1,5	1,5	900	750+W		
	600	500	500		1,2	720		600	
1.000	600	1.000		1,5	1,5	900	1.550+W		
	600	1.000	700		1,2	720		840	
2.000	600	2.000		1,5	1,5	900	3.000+W		
	600	2.000	1.400		1,2	720		1.680	
3.000	600	3.000		1,5	1,5	1.200	4.500+W		
	600	3.000	1.400		1,2	960		1.680	
4.500	600	4.500		1,5	1,5	1.200	6.750+W		
	600	4.500	1.400		1,2	960		1.680	
7.000	1.200	7.000		1,5	1,5	1.800	10.500+W		
	1.200	7.000	2.500		1,2	1.440		3.000	
9.000	1.200	9.000		1,5	1,5	1.800	13.500+W		
	1.200	9.000	2.500		1,2	1.440		3.000	

1) La carga vertical V se aplica en el centro del en el extremo superior de la apoyo, cabeza

2) Las cargas S o F se aplican horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza.  
A la carga de ensayo S o F, se le debe añadir, aplicado en varios tramos del apoyo, la carga W resultante de la presión del viento sobre el apoyo, calculado conforme a la legislación vigente para una velocidad de viento de 120 km/h multiplicado por el coeficiente de seguridad.

3) La carga T se aplica horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza y a una distancia "d" del eje del apoyo

4) La carga V se aplica simultáneamente con la carga de trabajo S o F o con la de torsión T.

**c. Diseño y dimensiones:** Los apoyos serán de sección cuadrangular, prismáticos en su parte superior o cabeza y tronco piramidales en la inferior o fuste.

- Cabeza: El diseño y dimensiones de la cabeza se indican en figura 2. La unión de las celosías a los montantes se realizará por soldadura a tope por un ala al igual que en las presillas. El encuadramiento superior se unirá por soldadura a tope a las dos alas de los montantes.

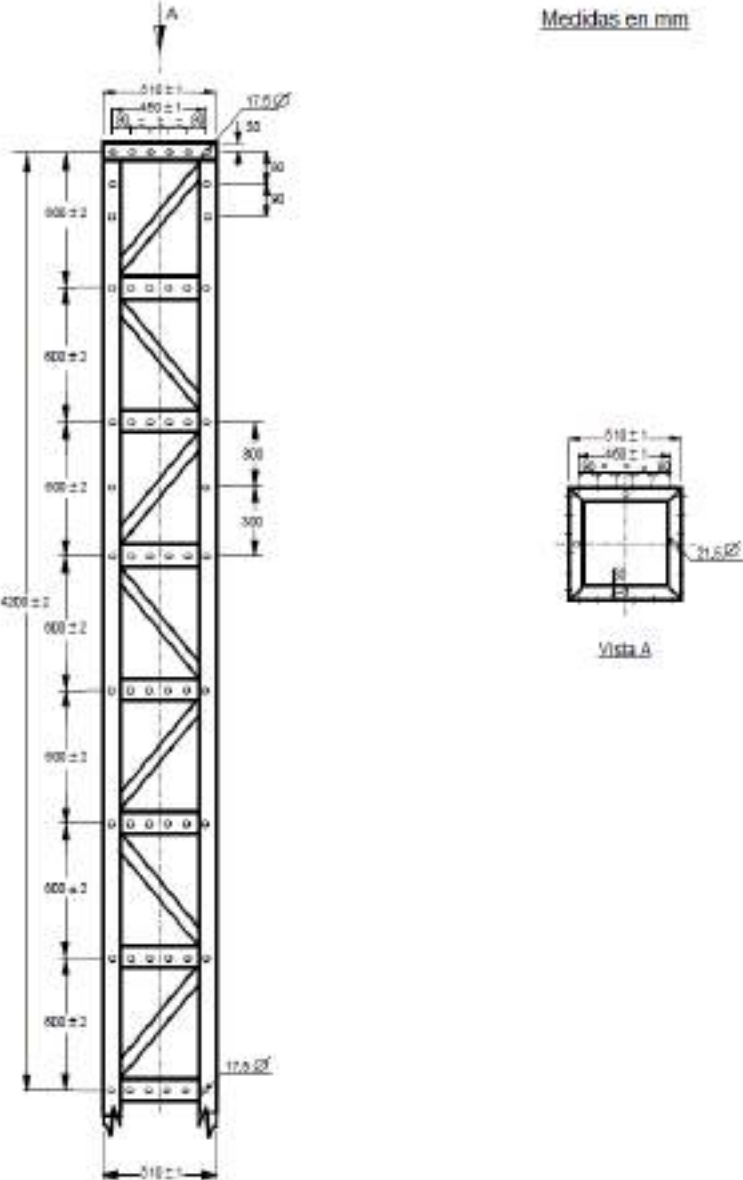


Fig. 2: Cabeza de apoyos

- Fuste: El fuste se conformará con montantes y celosías. La anchura máxima de la base en función del esfuerzo nominal y altura de los apoyos se indica en la tabla 3.

Tabla 3  
Dimensiones máximas de la base en mm

Esfuerzo Nominal daN	Altura total del apoyo, en m								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
500 a 4500	740	825	910	996	1.081	1.166	1.251	--	--
7000 y 9000	--	1.271	1.350	1.529	1.707	1.886	2.065	2.244	2.422

- Uniones: La conformación de un apoyo exige la unión entre cabeza y fuste y éste si está formado por más de un tramo exige la unión entre los mismos, y a su vez las celosías se unen a los diferentes tramos. Las uniones serán atornilladas y podrán hacerse por medio de casquillo y cubrejuntas, enchufes atornillados, o bien soldados y atornillados, pero siempre manteniendo las dimensiones indicadas en las figuras 2 y 3 y en las tablas 3 y 4.

Todas las uniones soldadas tendrán un nivel de calidad tipo “C” según la Norma UNE EN ISO 5817.

- Pieza de asiento: En los apoyos para instalación empotrada, la parte inferior de los montantes o anclajes llevarán taladros para que a ellos se cosan angulares que formando un recuadro sirvan para el correcto asiento del apoyo en el fondo de la cimentación.

- Placa base: Cuando los apoyos deban instalarse con pernos, necesitan de una placa base que una la estructura del apoyo al terreno. A título de ejemplo en la figura 3 y tabla 4 se indican diferentes disposiciones en función del esfuerzo nominal y altura de los apoyos.

Tabla 4  
Placa base

Apoyo		Placa base			Pernos	
daN	Altura m	Disposición	D mm	L PN	Longitud mm	M mm
500	10, 12, 14 y 16 18	1	36	70x6	2000 2250	30
1000	12, 14 y 16 18, 20 y 22	1	36	70x6	2000 2250	30
2.000	12, 14 y 16 18, 20 y 22	2	36	100x8	2250 2500	30
3.000	12, 14 y 16 18, 20 y 22	2 3	36	100x8 120x8	2500 2750	30
4.500	12, 14 y 16 18, 20 y 22	3	36	120x12	2750 2750	30
7.000	12, 14 y 16 18, 20 y 22 24 y 26	3	42	120x12 120x12 150x12	2750 2750 3000	36
9.000	12, 14 y 16 18, 20 y 22 24 y 26	3	42	150x12 150x12 150x15	3250 3250 3250	36



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



Technical drawing of a square plate with a central square hole. The plate has a total width of 200. The central hole has a side length of 75. The distance from the center of the hole to the nearest edge is 100. Four diagonal reinforcement strips (PLETINAS REFUERZO) are shown crossing the plate. A label 'ARANDELA' points to a small circle near the top right corner. A label 'CHAPA DE ASIENTO' points to the bottom edge of the plate. The drawing is labeled 'C0208-001 (001)' in the top right corner.

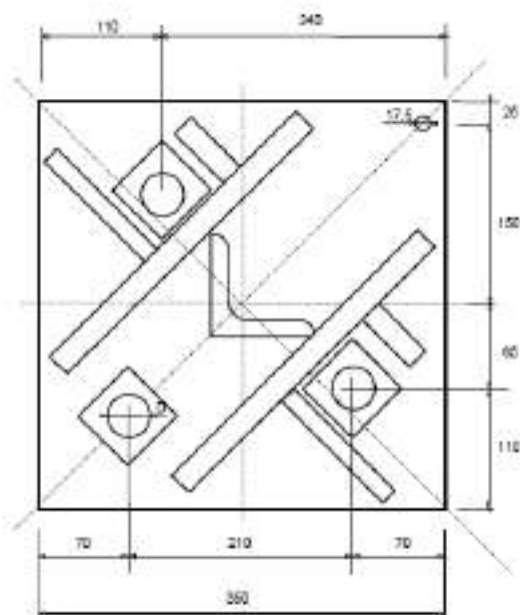
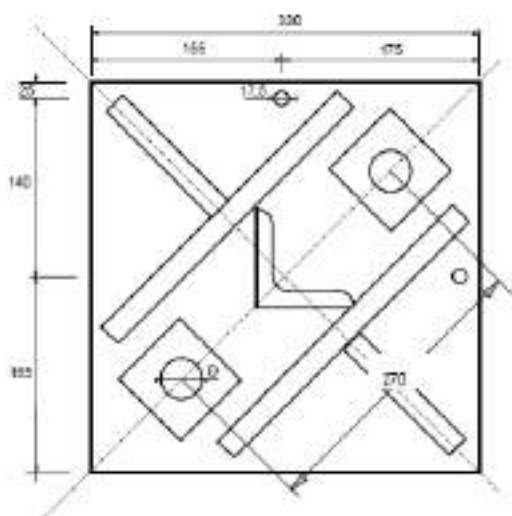


Fig. 3: Placa base para cimentaciones con pernos





Tabla 5  
Valores adoptados de  $d \pm 0,1$ , en m

dAN	Apoyo								
	Altura, en m								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
500	2,0	2,20	2,35	2,30	2,45	-	-	-	-
1.000	-	2,40	2,45	2,50	2,60	2,65	2,70		
2.000		2,70	2,75	2,85	2,90	2,95	3,00		
3.000		2,90	2,95	3,05	3,10	3,15	3,20		
4.500		3,15	3,20	3,30	3,35	3,40	3,45		
7.000		3,25	3,30	3,30	3,35	3,35	3,40	3,40	3,45
9.000		3,40	3,45	3,50	3,50	3,55	3,55	3,60	3,60

**Notas:** La variación de la cota "d" respecto a la prefijada en la Norma UNE 207017, está motivada porque en dicho documento se toma como referencia cimentaciones en terreno semiduro (K=12) y en el presente documento se toma la referencia correspondiente a terreno normal (K=8), por tanto y para no apartarnos de lo indicado en la citada Norma, en los apoyos empotrados también se practicará un segundo taladro en la posición que indica la UNE 207017.

En caso de que el taladro para la puesta a tierra sea coincidente con un empalme o unión de celosía, se realizará inmediatamente por encima de forma que permita el correcto montaje del terminal para la puesta a tierra.

**e. Materiales:** Los perfiles metálicos de celosías, presillas, montantes, casquillos y placas base, serán angulares de lados iguales, de medidas y tolerancias según las Normas UNE EN 10056-1 y UNE EN 10056-2 fabricados con acero S 275 JR ó S 355 JO según la Norma UNE EN10025-2.

Alternativamente se podrán usar angulares de uso frecuente que estén de acuerdo con los tipos del anexo A de la Norma UNE 207 018, respetando las tolerancias definidas en la Norma UNE EN 10056-2.

Todos los materiales férricos descritos estarán protegidos contra la oxidación mediante galvanización en caliente según Norma UNE EN ISO 1461.

Los tornillos deberán cumplir con la Norma UNE EN ISO 4016 y deberán ser de calidad mínima 5.6 de acuerdo con la Norma UNE EN ISO 898-1.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Las tuercas deberán cumplir con la Norma UNE EN ISO 4034.

Las arandelas deberán cumplir con la Norma UNE EN ISO 7091, deben ser de 8 mm de espesor nominal y deben impedir que la rosca del tornillo se introduzca en ella más del 50% de su espesor.

Alternativamente se podrán usar tornillos, tuercas y arandelas que estén de acuerdo con los valores de los anexos B, C y D de la Norma UNE 207017.

Los pernos serán de acero corrugado calidad B 500 S según la Norma UNE 36068 y podrán tomar como referencia para los mismos lo indicado en el documento informativo NI 18.80.01, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

**f. Marcas:** Todos los elementos que componen los apoyos deben estar marcados de acuerdo a lo indicado en la NI 52.10.01.

Tabla 6  
Masa y superficie de apoyos:

Designación	Masa aproximada kg	Superficie aproximada m <sup>2</sup>	Designación	Masa aproximada kg	Superficie aproximada m <sup>2</sup>
C500-10E	250	18	C500-10P	290	21
C500-12E	310	22	C500-12P	350	27
C500-14E	380	26	C500-14P	415	33
C500-16E	430	32	C500-16P	470	38
C500-18E	500	37	C500-18P	540	42
C1000-12E	350	24	C1000-12P	387	29
C1000-14E	435	28	C1000-14P	474	35
C1000-16E	515	34	C1000-16P	556	39
C1000-18E	605	38	C1000-18P	648	43
C1000-20E	675	42	C1000-20P	720	49
C1000-22E	775	48	C1000-22P	822	55
C2000-12E	495	28	C2000-12P	549	34
C2000-14E	615	33	C2000-14P	671	40
C2000-16E	700	39	C2000-16P	758	45
C2000-18E	835	44	C2000-18P	895	50
C2000-20E	930	49	C2000-20P	992	57
C2000-22E	1.070	56	C2000-22P	1134	63

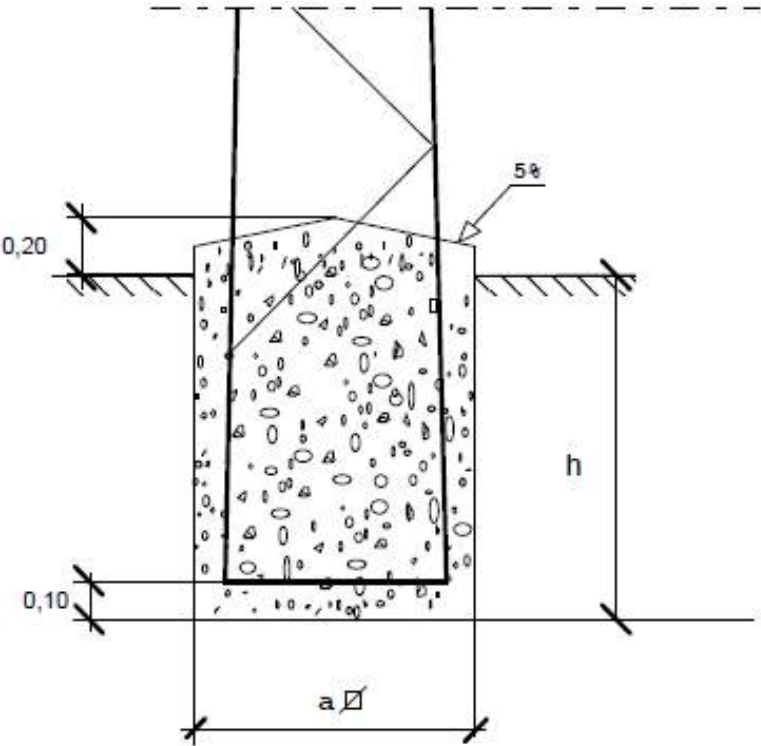


**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**


Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385


**VISADO**

A continuación, veremos la cimentación para el apoyo metálico seleccionado C2000-12E según Documento NI 52.10.01:



Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos

APOYO		CIMENTACION			
Designación i-DE	a  m	h m	Vol. excav. m³	Vol. horm. m³	
C1000-12E	1,00	1,99	1,99	2,14	
C1000-14E	1,08	2,06	2,41	2,58	
C1000-16E	1,15	2,13	2,82	3,01	
C1000-18E	1,23	2,20	3,33	3,55	
C1000-20E	1,30	2,26	3,82	4,07	
C1000-22E	1,39	2,32	4,47	4,70	
C2000-12E	1,00	2,30	2,30	2,44	
C2000-14E	1,08	2,37	2,76	2,93	
C2000-16E	1,15	2,43	3,22	3,41	
C2000-18E	1,24	2,48	3,82	4,04	
C2000-20E	1,31	2,54	4,36	4,61	
C2000-22E	1,39	2,59	5,01	5,30	
C3000-12E	1,00	2,51	2,51	2,66	
C3000-14E	1,09	2,58	3,06	3,23	
C3000-16E	1,16	2,64	3,56	3,75	
C3000-18E	1,25	2,69	4,21	4,44	
C3000-20E	1,32	2,75	4,79	5,05	
C3000-22E	1,41	2,79	5,55	5,85	

APOYO		CIMENTACION			
Designación i-DE	a  m	h m	Vol. excav. m³	Vol. horm. m³	
C4500-12E	1,01	2,75	2,81	2,96	
C4500-14E	1,10	2,82	3,41	3,59	
C4500-16E	1,17	2,89	3,96	4,15	
C4500-18E	1,26	2,94	4,66	4,89	
C4500-20E	1,33	2,99	5,30	5,56	
C4500-22E	1,43	3,03	6,20	6,50	
C7000-12E	1,35	2,84	5,18	5,45	
C7000-14E	1,53	2,87	6,73	7,08	
C7000-16E	1,69	2,91	8,32	8,75	
C7000-18E	1,88	2,93	10,35	10,89	
C7000-20E	2,04	2,96	12,32	12,96	
C7000-22E	2,22	2,98	14,68	15,44	
C7000-24E	2,38	3,00	17,01	17,89	
C7000-26E	2,56	3,02	19,79	20,82	
C9000-12E	1,35	3,02	5,50	5,77	
C9000-14E	1,53	3,06	7,15	7,50	
C9000-16E	1,69	3,09	8,83	9,26	
C9000-18E	1,88	3,11	10,99	11,53	
C9000-20E	2,04	3,14	13,07	13,71	
C9000-22E	2,22	3,16	15,56	16,32	
C9000-24E	2,38	3,18	18,04	18,92	
C9000-26E	2,56	3,20	20,97	22,00	

#### 1.4. Coeficientes de seguridad

##### ➤ **En apoyos:**

Según el apartado 3.5.4 de la ITC-LAT 07, los coeficientes de seguridad de los apoyos serán diferentes según el carácter de la hipótesis de cálculo a que han de ser aplicados. Las hipótesis se clasificarán según la siguiente tabla:

Tipo de apoyo	Hipótesis normales	Hipótesis anormales
Alineación	1ª y 2ª	3ª y 4ª
Angulo	1ª y 2ª	3ª y 4ª
Anclaje	1ª y 2ª	3ª y 4ª
Fin de línea	1ª y 2ª	4ª

a) Elementos metálicos: El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales. Cuando la resistencia mecánica de los apoyos completos se comprobase mediante ensayo en verdadera magnitud, los anteriores valores podrán reducirse a 1,45 y 1,15, respectivamente.

b) Elementos de hormigón armado: El coeficiente de seguridad a la rotura de los apoyos y elementos de hormigón armado no será inferior a 2,25 (según UNE 207016) en las hipótesis normales. Para las hipótesis anormales, dicho coeficiente podrá reducirse un 20%.

Cuando sea de aplicación, en ciertas situaciones como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, el coeficiente de seguridad de los apoyos y crucetas deberá ser un 25% superior al establecido para condiciones normales (ITC-LAT 07, Pto. 5.3). En nuestro caso, al tratarse de un cruzamiento con una vía pecuaria, no será necesario adoptar disposiciones especiales.

##### ➤ **En cimentaciones:**

Según el apartado 3.6 de la ITC- LAT 07, en las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, que es la relación entre el momento



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

estabilizador mínimo, respecto a la arista más cargada de la cimentación y el momento volcador máximo motivado por las acciones externas. El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno, no se admitirá un ángulo de giro de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno.

Cuando sea de aplicación, en ciertas situaciones como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, el coeficiente de seguridad de las cimentaciones deberá ser un 25% superior al establecido para condiciones normales (ITC-LAT 07, Pto. 5.3). En nuestro caso, al tratarse de un cruzamiento con una vía pecuaria, no será necesario adoptar disposiciones especiales.

➤ **En conductores:**

Según el apartado 3.2.1 de la ITC-LAT 07, la tracción máxima de los conductores y cables de tierra no resultará superior a su carga de rotura, dividida por 2,5 se trata de conductores cableados (como es nuestro caso), considerándoles sometidos a las hipótesis prescritas para cada tipo de zona. En nuestro proyecto, con la intención de someter al apoyo del entronque a un esfuerzo mecánico reducido, tomaremos un coeficiente de 5.

➤ **En herrajes:**

Según el apartado 3.3 de la ITC-LAT 07, los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra o por los aisladores, tendrán un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

➤ **En aisladores:**

Según el apartado 3.4 de la ITC-LAT 07, el coeficiente de seguridad mecánica no será inferior a 3.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



## 1.5. Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos

### 1) Prescripciones Especiales

Según el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, para ciertas situaciones de cruzamiento y paralelismo con otras líneas eléctricas u otras instalaciones, o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas se deberán cumplir una serie de prescripciones especiales con el objeto de reducir la probabilidad de accidente y aumentar la seguridad de la línea. No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismo en los cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificadas, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento de la altura de los conductores. En los casos que sea de aplicación se adoptarán las siguientes prescripciones especiales:

- Ningún conductor tendrá una carga de rotura inferior a 1.000 daN en líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 KV. Los conductores y cables de tierra no presentarán ningún empalme en el vano de cruce (se admitirán un empalme por vano durante la explotación y por causa de reparación de una avería).
- Se prohíbe la utilización de apoyos de madera.
- Los coeficientes de seguridad de las cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis anormales, deberán ser un 25% superior a los establecidos para situaciones normales.
- La fijación de los conductores al apoyo en el caso de líneas con aisladores de cadena se realizará con cadenas horizontales de amarre por conductor, una a cada lado del apoyo.
- En el caso de que la fijación se realice con cadenas de aisladores en suspensión, el coeficiente de seguridad mecánica de herrajes y aisladores será un 25% superiores a los establecidos para situaciones normales y el cable irá reforzado con varillas de protección (armor rod).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



## 2) Distancias entre conductores

Según el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07, la distancia entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos debe de ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada en ellos. Con este objeto, la separación mínima entre conductores de fase se determinará por la fórmula siguiente:

$$D = K\sqrt{F + L} + K' \times D_{pp}$$

Donde:

D = Separación entre conductores de fase (mts).

K = Coeficiente que dependerá de la oscilación de los conductores con el viento (según la tabla 16 de la ITC-LAT 07, para líneas de tensión nominal inferior a 30 KV con un ángulo de oscilación de la cadena de aisladores superior a 65º: K=0,65).

K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea: K' = 0,75).

F = Fecha máxima en la hipótesis más desfavorable (mts).

L = Longitud en metros de la cadena de aisladores en suspensión (si los conductores están fijados con cadenas de amarre, L = 0).

D<sub>pp</sub> = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. En la tabla 15 de la ITC-LAT 07 se dan estos valores en función de la tensión más elevada de la línea (para 17,5 KV: D<sub>pp</sub> = 0,20 mts).

## 3) Distancias entre conductores y partes puestas a tierra

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los poyos no será inferior a D<sub>el</sub>, con un mínimo de 0,2 mts. Los valores de D<sub>el</sub> vienen dados en la tabla 15 de la ITC-LAC 07 en función de la tensión más elevada de la línea (para 17,5 KV: D<sub>el</sub> = 0,16 mts).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### **4) Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables**

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según la hipótesis más desfavorable, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficie de agua no navegable, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (mts)}$$

Con un mínimo de 6 mts. En lugares de difícil acceso, esta distancia podrá ser reducida en 1 metro. Cuando las líneas atraviesan explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 mts, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o circulación de maquinaria agrícola.

- El valor de  $D_{el}$  se indica en la tabla 15 del la ITC-LAT 07 en función de la tensión más elevada de la línea (para 17,5 KV,  $D_{el} = 0,16$ ).

-  $D_{add}$  es una distancia de aislamiento adicional que se añade a la distancia externa  $D_{el}$  para que en las distancias mínimas de seguridad se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que  $D_{el}$  de la línea eléctrica.

No son de aplicación las prescripciones especiales expuestas en el punto 11.1 de este apartado 11 (se corresponden con el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07).

#### **5) Distancias a otras líneas eléctricas aéreas**

No aplica en este proyecto.

#### **6) Distancias a carreteras**

Según la ITC-LAT 07 en su apartado 5.7, la colocación de apoyos, tanto en el caso de cruzamientos como de paralelismos, se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a una vez y medida su altura. En autovías y vías rápidas, la línea límite de edificación se sitúa a 50 mts de la arista



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

exterior de la calzada. En nuestro caso el apoyo se instalará fuera de la franja marcada por esta línea de edificación.

**7) Distancias a ferrocarriles sin electrificar**

No aplica en este proyecto.

**8) Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses**

No aplica en este proyecto.

**9) Distancias a teleféricos y cables transportadores**

No aplica en este proyecto.

**10) Distancias a ríos y canales, navegables o flotables**

No aplica en este proyecto.

**1.6. Paso por zonas**

**1) Paso por zonas de bosques, árboles y masas de arbolado**

No aplica en este proyecto.

**2) Paso por zonas con edificios, construcciones y zonas urbanas**

No aplica en este proyecto.

**3) Proximidad a aeropuertos**

No aplica en este proyecto.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### **4) Proximidad a parques eólicos**

No aplica en este proyecto.

#### **5) Proximidad a obras**

No aplica en este proyecto.

### **1.7. Vanos**

Al tratarse de una sustitución de un apoyo existente por otro nuevo para realizar el entronque no hay ningún vano nuevo a tener en cuenta.

### **1.8. Puesta a tierra y medidas de seguridad**

El diseño, instalación y ensayo del sistema de puesta a tierra deberá ser eficaz en todas las circunstancias y mantendrá las tensiones de paso y contacto dentro de los niveles aceptables. Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación según su ubicación:

- Apoyos frecuentados: Son los situados en lugares de acceso público donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente. Estos a su vez se clasifican en dos subtipos:

A1) Apoyos frecuentados con calzado.

A2) Apoyos frecuentados sin calzado (situados en piscinas, camping, etc).

- Apoyos no frecuentados: Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

En el dimensionamiento de la red de tierra se tendrá en cuenta esta clasificación a la hora de aplicar las prescripciones del apartado 7.3 de la ITC-LAT 07. Los apoyos diseñados para



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

albergar botellas terminales de paso aéreo-subterráneo deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de apoyos en función de su ubicación. Los apoyos diseñados para albergar aparatos de maniobra deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados. Los apoyos que soporten transformadores deberán cumplir el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

De forma general, el sistema de puesta a tierra deberá cumplir cuatro requisitos:

- Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Que resista, desde el punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

El diseño de puesta a tierra que se proyecta estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra. La instalación estará constituida por los siguientes elementos:

- 1) Cable conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>.
- 2) Pica de acero cobrizado de 2 mts. de longitud y 14.6 mm de diámetro.
- 3) Terminales de Cu para la conexión cable – apoyo y piezas adecuadas de latón con tornillería de acero inoxidable para la conexión de pica-cable.

En la realización de la instalación se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los electrodos de puesta a tierra quedarán enterrados a una profundidad mínima de

0,5 mts para evitar la congelación del agua ocluida en el terreno. Esta medida garantiza también una cierta protección mecánica.

- Se procurará que las piedras o grava no queden directamente en contacto con los electrodos y cuando el terreno sea corrosivo para el material del electrodo se reemplazará por un relleno adecuado.

- El hincado de las picas se realizará empleando herramientas adecuadas.

- Cuando se instalen varias picas en paralelo, la separación entre ellas será como mínimo 1,5 veces la longitud de la pica.

- Los conductores de las líneas de tierra deberán instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio.

- En las líneas de tierra no podrán instalarse fusibles ni interruptores.

La resistencia de la instalación de puesta a tierra de los apoyos no será superior a 20  $\Omega$ . Si se presentasen condiciones difíciles de puesta a tierra y no se alcanzase este valor, se clavarán más picas o se las echará productos químicos hasta conseguir rebajar la resistencia, como mínimo al valor anteriormente citado. Cuando aun así, éstos valores son difíciles de obtener (terreno rocosos, etc, ), entonces se deberá recurrir a medidas adicionales de seguridad como reforzar el aislamiento del apoyo en cuestión hasta el valor correspondiente al escalón superior de tensión para ondas de choque, aislar las partes metálicas que puedan ser tocadas, disponer suelos o pavimentos que aislen suficientemente de tierra las zonas peligrosas de servicio, etc

En los apoyos que llevan instalados los elementos de seccionamiento y aquellos que constituyen un CTI, será obligatorio la instalación de electrodos de difusión o tomas de tierra en anillo cerrado, enterrado a una profundidad mínima de 50 cms alrededor del empotramiento y a 1,2 mt. de distancia de las aristas del macizo de la cimentación. La instalación de toma de tierra se realizará según se detalla en las imágenes que vienen a continuación.

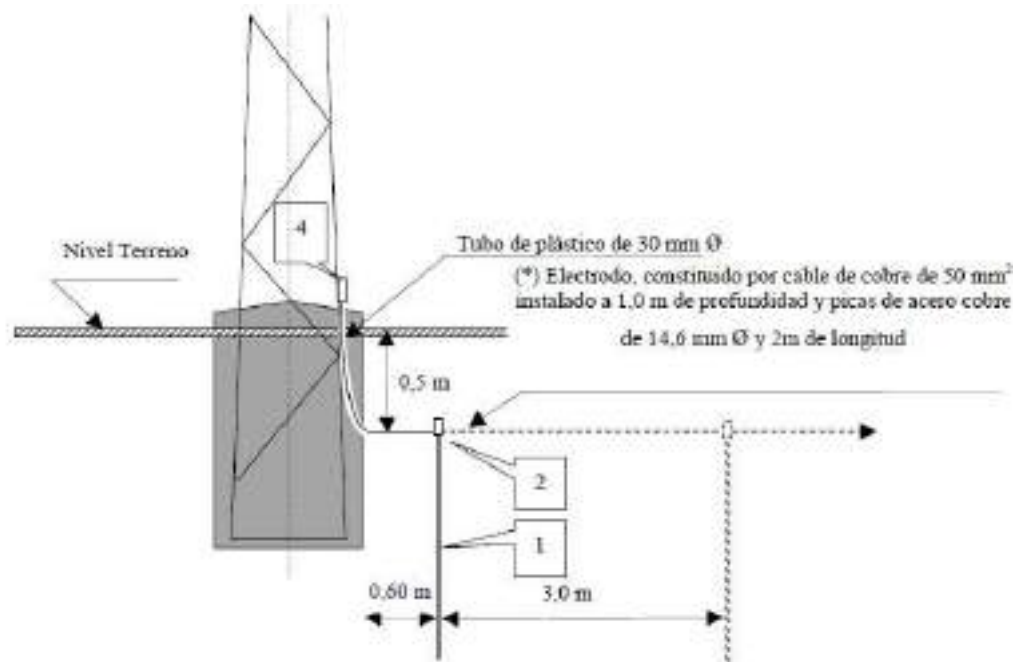
Estamos en una zona no frecuentada y se realizará una cimentación monobloque en



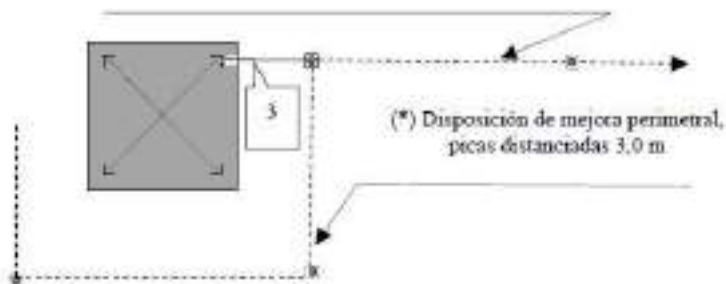
tierra según Anexo E del MT 2.21.60 de Iberdrola.

PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA

Zona no frecuentada (N)



(\*) Disposición de mejora en antena, picas distanciadas 3,0 m



(\*) Disposición de mejora perimetral, picas distanciadas 3,0 m

(\*) Ver MT 2.23.35

Marca	Designación	Denominación	Código	Documento
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de Cu	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54 10 01
4	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 58.26.04

Se seguirá el protocolo de las puestas a tierra descrito en el Documento MT 2.21.60 de Iberdrola.

### 1.9. Seccionamiento y Protección

Según el apartado 6.4 de la ITC-LAT 07, en las líneas eléctricas y sus derivaciones se dispondrán las protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones necesarias de acuerdo con la instalación receptora. En todos los puntos extremos de las líneas eléctricas se debe disponer protecciones contra cortocircuitos o defectos en línea eficaces y adecuadas.

Como elementos de corte y de protección de la instalación contra sobreintensidades, sobretensiones y fallos transitorios que se puedan producir (tormentas eléctricas, contactos con arbolado, etc), se instalarán los siguientes elementos:

- El apoyo del entronque (nº 8337) será sustituido., según normativa de I-DE, se instalará un juego de seccionadores unipolares aptos para una tensión de aislamiento de 24 KV y corriente asignada de 400 A.

- En el apoyo nuevo (punto nº 2) que sustituye al apoyo 8337, se instalará, según normativa de I-DE, se instalará un OCR manual en cabecera o juego de seccionadores unipolares y un juego de cortacircuitos fusibles cut out (seccionador fusible XS). Aptos para una tensión de aislamiento de 24 KV, corriente asignada de 200 A y con fusible calibrado de 25A. Además, se instalará un juego de pararrayos o autoválvulas de 24KV y 10 KA.

En todos los casos, estos elementos se instalarán bajo la cruceta principal del apoyo, fijados a un herraje apropiado para este fin. El apoyo equipado con esta aparamenta deberá disponer de un herraje posapiés con el objeto de asegurar el posicionamiento de la persona que tenga que realizar labores de mantenimiento.

### 1.10. Medidas de protección para la avifauna (R.D. 1432/2008 de 29 de agosto)

Con el fin de dar cumplimiento al Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

en líneas eléctricas de alta tensión; será necesario introducir y tener en cuenta los elementos necesarios a la hora de ejecutar la obra para cumplir en todos sus puntos lo dispuesto en este Decreto en lo concerniente o aplicable a nuestro caso concreto de la línea aérea que se proyecta. Se tomarán las siguientes medidas:

- Las cadenas de aisladores en suspensión tendrán una longitud tal que se cumpla la distancia mínima de seguridad de 0,6 mts comprendida entre la punta de la cruceta (posible zona de posada de aves) y la grapa de amarre.

- Las cadenas de aisladores de amarre tendrán una longitud tal que se cumpla la distancia mínima de seguridad de 1mts comprendida entre la punta de la cruceta (posible zona de posada de aves) y la grapa de amarre. Las alargaderas tendrán un diseño que evite que se posen las aves.

- Todos los puentes flojos de los conductores se realizarán por la parte de debajo de las crucetas; quedando siempre limpia la zona de posada de las aves.

- Todos los puentes de unión entre los elementos en tensión de la línea serán aislados con perfil preformado.

### 1.11. Cálculos

#### 1.11.1. Cálculo eléctrico

Para realizar el cálculo eléctrico de la línea (vano flojo) que nos compete, tomaremos como referencia la potencia correspondiente al centro de transformación que se instalará en la zona de los huertos de Alarcón (250 KVA). Otros datos a tener en cuenta son:

Tipo de conductor	LA-56 (composición 6 + 1)
Sección (S)	54,6 mm <sup>2</sup>
Diámetro	9,45 mm
Densidad de corriente a 20°C ( $\sigma$ )	3,65 A/mm <sup>2</sup>
Resistencia eléctrica a 20°C (R).	0,614 $\Omega$ /Km

Potencia a transportar (P)	212,5 KW (Pot. del trafo en KW)
Longitud de la línea	0,005 Km
Tensión compuesta (U)	20 KV
Factor de potencia ( $\cos \varphi$ )	0,85

La INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE del conductor será:

$$I_{\max} = \sigma \cdot S = 3,65 \times 54,6 = 199,3 \text{ A}$$

La INTENSIDAD DE CALCULO de la línea vendrá dada por la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Sustituyendo valores tenemos que:

$$I = 7,23 \text{ A}$$

La REACTANCIA de la línea vendrá dada por la siguiente expresión:

$$X = 2 \times \pi \times f \left( 0,5 + 4,605 \times \log \frac{D}{r} \right) 10^{-4} (\Omega/\text{Km})$$

Donde:

X = Reactancia de la línea.

f = Frecuencia de la red: 50 Hz.

D = Separación media geométrica entre conductores (D=1890mm en cruceta plana)

r = Radio del conductor (para LA-56: r = 4,72mm).

Sustituyendo valores en la fórmula, tenemos que:

$$X = 0,4 \Omega/\text{Km}$$



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

La CAIDA DE TENSIÓN por resistencia y reactancia (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la expresión:

$$\Delta U\% = \frac{P \times L(R + X \operatorname{tg} \varphi)}{10 \times U^2}$$

Donde:

$\Delta U\%$  = Caída de tensión compuesta (en %).

P = Potencia activa a transportar (Kw).

L = Longitud de la línea (Km).

R = Resistencia por fase de la línea ( $\Omega/\text{Km}$ ).

X = Reactancia por fase de la línea ( $\Omega/\text{Km}$ ).

$\varphi$  = Angulo de fase (para f.d.p.: 0,85 =  $\operatorname{tg} 31,78^\circ = 0,62$ )

U = Tensión compuesta de la línea (20 KV).

Sustituyendo valores en la fórmula, tenemos que:

$$\Delta U\% = 0,00006 < 5\% \text{ (permitido).}$$

#### POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia máxima que puede transportar la línea estará limitada por la intensidad máxima admisible del conductor y por la caída de tensión máxima permitida (5%).

a) La potencia máxima que puede transportar la línea limitada por la  $I_{\max}$  será:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \times U \times I_{\max} \times \cos \varphi$$

$$P_{\max} = 5.861,41 \text{ kW}$$

b) La potencia máxima que podrá transportar la línea dependiendo de la longitud

y de la caída de tensión máxima permitida (5%) será:

$$P_{max} = \frac{10 \times U^2}{(R + X \operatorname{tg} \varphi) L} \Delta U\%$$

$$P_{max} = 4.640,37 \text{ MW}$$

En este caso vemos que quien limita la potencia máxima a transportar por la línea sería la  $I_{max}$ . admisible de los conductores ( $P_{max}=5861,41 \text{ KW} > 212,5 \text{ KW}$  demandamos).

La PERDIDA DE POTENCIA por efecto Joule en una línea viene dada por la expresión:

$$\Delta P = 3 \times R \times L \times I^2$$

$$\Delta P = 0,48 \text{ W}$$

La pérdida de potencia en tanto por ciento (%) será:

$$\Delta P\% = \frac{P \times L \times R}{10 U^2 \times \cos^2 \varphi}$$

$$\Delta P\% = 0,000021 \%$$

### 1.11.2. Distancias de seguridad

#### DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + 0,22 = 5,52 \text{ m.}; \text{mínimo } 7\text{m.}$$



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



Siendo:

$D_{add}$  = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor  $D_{el}$  con el terreno.

$D_{el}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

#### DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ

La distancia de los conductores entre sí  $D$  debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

$k$  = Coef. que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

$k' = 0,75$  (coeficiente tabulado para 20 KV)

$L$  = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre  $L=0$ .

$F$  = Flecha máxima (m).

$D_{pp}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

➤ Apoyo de entronque:

**$D = 0,95 \text{ m}$**

➤ Apoyo nuevo (punto nº 2):

**$D = 0,95 \text{ m}$**

En nuestro caso, con las crucetas proyectadas la separación entre conductores será de 1,5 mts; distancia muy superior a la distancia mínima exigida por el desarrollo de la expresión que marca el reglamento.

## DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL APOYO

La distancia mínima de los conductores al apoyo ( $D_{el}$ ) viene dada en la tabla 15 del punto 5.2. Para 20 KV,  $D_{el} = 0,22$  m.

Siendo:

$D_{el}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

En nuestro caso, con la disposición adoptada para los conjuntos constructivos de la instalación, se salva esta distancia en todos los casos.

### 1.11.3. Cálculo mecánico

#### CALCULO DE CIMENTACIONES DE APOYOS

El cálculo de las cimentaciones para los apoyos está realizado apoyándonos en la fórmula del Método Sulzberger que establece el momento estabilizador dado por la fórmula:

$$Me \leq 139 \times K \times a \times h^4 + a^3 \times h \times 2300 \times \left(0,5 - \frac{2}{3} \sqrt{1,1 \times \frac{h}{a} \times \frac{1}{10K}}\right)$$

Donde:

$Me$  = Momento estabilizador (KG/m).

$K$  = Coeficiente de compresibilidad del terreno a una profundidad de 2 mts (Kg/m<sup>3</sup>).

$a$  = Anchura del macizo de la cimentación con base cuadrada (mts).

$h$  = Profundidad del macizo de la cimentación (mts).

Por otro lado, el momento de vuelco  $M_v$  viene dado por la siguiente expresión:



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

$$Mv = F(H_L + \frac{2}{3}h)$$

Donde:

Mv = Momento vuelco de todas las fuerzas exteriores.

F = Fuerza resultante que actúa sobre el apoyo (Kg) (se toma el esfuerzo nominal).

HL = Altura libre del apoyo (mts).

h = Profundidad del macizo de la cimentación (mts).

En todos los casos, se debe cumplir que:

$$C_s = \frac{Me}{Mv} \geq 1,5$$

Cs = Coeficiente de seguridad reglamentario.

En nuestro proyecto se instalarán los siguientes tipos de apoyos:

➤ Apoyo de celosía C2000-12E

APOYO	a	h	HL	F	K	Me	Mv	Cs
C2000-12E	1,00	2,30	9,70	2000	12	46.789,01	22.466,67	2,08



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (LSMT)

### 2.1. Objeto

El objeto de este capítulo del presente proyecto es definir, diseñar y calcular la Línea Subterránea de Media Tensión (LSMT) de 20 KV con una longitud de 629 metros para alimentar al Centro de Transformación CTC de 250 KVA's que tenemos que instalar.

La finalidad de la línea subterránea de media tensión en proyecto es el suministro de energía eléctrica a diferentes parcelas ubicadas en el polígono 510 del término de Alarcón, con una previsión de potencia que se estima a continuación:

- Polígono 510 Parcela 5113:	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5133:	9,900 kW
- Polígono 510 Parcela 5135:	<u>9,900 kW</u>

**Total Previsión Inicial: 29,700 kW**

Como son varias las parcelas que han solicitado suministro al ayuntamiento además de estas tres, se estima una previsión de potencia superior a 100 kW, por lo que se proyecta un centro de transformación de 250 kVA's, para el cuál tenemos que calcular la presente línea.

### 2.2. Trazado de la línea

El trazado previsto para el circuito que se proyecta unirá la Línea Aérea de Media Tensión 3505-14 propiedad de i-DE con el centro de transformación que se pretende instalar en la zona de los huertos del término municipal de Alarcón con la finalidad de llevar el suministro eléctrico a las diferentes parcelas ubicadas en el polígono 510 del citado término municipal.

La longitud de la línea será de 629 m, y en su recorrido afecta a terrenos de dominio público y privado, todo dentro del T.M. de Alarcón. Se utilizarán conductores HEPRZ1 en Sistema trifásico, de sección 240 mm<sup>2</sup> Al.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



Imagen 1: Trazado de la Línea Subterránea de Media Tensión

2.3. Descripción general de la instalación

Siguiendo el Manual Tecnico (MT 2.31.01) para el Proyecto Tipo de i-DE Grupo Iberdrola (en adelante i-DE) se establecen y justifican todos los datos técnicos necesarios para el diseño, cálculo y construcción de esta línea subterránea de AT de 20 kV.

Este documento se aplicará a todas las nuevas instalaciones de alta tensión (< 30 kV) que vayan a formar parte de la red de distribución de i-DE, proyectadas según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobadas por Real Decreto 223/2008 y publicado en el B.O.E. del 19/03/2008.

Las características principales de esta línea son:

Clase de corriente:	Alterna trifásica
Frecuencia:	50 Hz
Tensión nominal:	20 kV
Tensión más elevada de la red (Us):	24 kV
Categoría de la red (Según Norma UNE 211435):	Categoría A
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo:	125 kV

Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial: 50 kV

Este MT se utilizará como base para la redacción de proyectos concretos, cada uno de los cuales se complementará con las particularidades específicas que se describen en el Anexo.

Por otro lado, el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra en cuanto a la Autorización Administrativa, Declaración de Utilidad Pública y Aprobación del Proyecto de Ejecución, sin más requisitos que la presentación, en forma de proyecto simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente Proyecto Tipo de i-DE.

El circuito, por tanto, experimentará una transformación en el apoyo número 8337 de la línea de media tensión número 3505-14, donde colocaremos un nuevo apoyo para realizar el entronque y pasar de una instalación aérea a subterránea según se detalla en los planos adjuntos al proyecto.

#### 2.4. Punto de entronque con la red de distribución de i-DE

Este circuito quedará conectado al vano de línea aérea descrito en el punto número 2 de este documento, el cual entroncará en la línea aérea de distribución propiedad de I-DE denominada LAMT 3505-14.

#### 2.5. Potencia de cálculo asignada a la instalación

Tomaremos como potencia de cálculo asignada al circuito la correspondiente a la potencia del transformador a instalar en el centro de transformación de la instalación, es decir 250 KVA's (212,5 kW con factor de potencia en la instalación de 0,85).

#### 2.6. Trazado y canalización

El trazado proyectado para la línea tiene una parte de 8 mts que discurrirá grapada al apoyo en instalación aérea y el resto del circuito (629 mts) lo hará en subterráneo por terreno de dominio público y privado en tierra, tal y como se muestra en los planos adjuntos al proyecto.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



En nuestro caso, la longitud total del circuito será de 629 mts; será lo más rectilíneo posible y discurrirá por zonas que no presenten inconvenientes a la hora de poder acceder a los cables por cuestiones de averías o de mantenimiento.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo acera, procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

La sección del cable será acorde a las secciones indicadas el documento NI 56.43.01 y adecuada a las necesidades de suministro, pudiéndose justificar una sección mayor a la resultante de los cálculos por previsiones de desarrollo de red o para dar continuidad a la red existente.

Entre centros y en redes malladas o en anillo, la sección mínima de cable será de 240 mm<sup>2</sup> y se realizará con cables con cubierta normal (DMZ1).

El radio de curvatura después de instalado y según UNE-HD 620-1, el cable tendrá como mínimo, 15 veces el diámetro nominal de cable, mientras que los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces el diámetro nominal de cable.

No se permitirá la colocación de accesorios en el interior de la tubular, la conexión y/o derivación se debe realizar en el interior de una arqueta.

Para la de instalación de telecomunicaciones se colocará multitubo de características similares a las indicadas en el documento de referencia informativa, NI 52.95.20, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este multitubo se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Las arquetas registrables no estarán distanciadas entre si más de 100 m, garantizando

acceso al multitubo, como mínimo a intervalos de la distancia indicada y en los cambios de dirección, donde se instalarán arquetas registrables. Las instalaciones de energía y telecomunicaciones podrán compartir arquetas, y el multitubo de comunicaciones nunca irá en paso dentro de la arqueta, se dejará debidamente embocado en la arqueta y el cable de fibra óptica se fijará a la pared con las correspondientes fijaciones. En el caso de ser una arqueta ciega, el multitubo de comunicaciones si se puede dejar en paso.

La guía de instalación del multitubo y accesorios, se encuentra definida en el documento de referencia informativo, MT 2.33.14 “Guía de instalación de los cables óptico subterráneos”, mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20 “Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones”, para ambos pudiéndose utilizar otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Con el objeto de impedir o minimizar riesgos de incendios, en aquellas arquetas compartidas con líneas de Baja Tensión (BT), y en los casos en que se constate la existencia de empalmes o derivaciones, el tendido en Media Tensión (MT), se deberá establecer una separación física sobre la línea de Baja Tensión preferentemente mediante, por ejemplo, una placa material cerámico, manta retardante al fuego u otro dispositivo físico. También, si lo anterior no fuese posible, se colocará el tendido MT en el nivel inferior, y el tendido BT por encima de ese nivel si fuera viable.

De forma genérica, la canalización se establecerá de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- La línea se instalará en tubo corrugado de PE (polietileno reticulado de alta densidad) con pared interior lisa de 160 mm de diámetro exterior, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm en aceras y tierra y 80 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al nivel del terreno.

- Cuando existan impedimentos que no permitan conseguir las anteriores profundidades, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes, tal y



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

como se especifica en la ITC-LAT-06.

- El diámetro interior del tubo no será inferior a 1,5 veces el diámetro aparente del haz de conductores.
- Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de fácil acceso, bajo acera y evitando los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura de los cables una vez instalado será como mínimo de 15D, siendo D el diámetro exterior del cable (siempre según indicaciones del fabricante).
- El radio de curvatura en las operaciones de tendido será como mínimo 20D.
- Se tenderá longitudinalmente en toda la zanja una cinta de señalización que advierta de la presencia de cables eléctricos, colocada a una distancia de 30 cms del nivel del suelo.

Se proyecta que el circuito vaya canalizado en tubo de PE de 160 mm de diámetro en instalación enterrada en todo su recorrido a una profundidad mínima de 60 cm medidos desde la parte superior del tubo al nivel del terreno.

#### **2.6.1. Generalidades de la canalización entubada**

- Estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03. (polietileno de alta densidad de color rojo de 160/200 mm de diámetro, pared interior lisa, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J).
- Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los radios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias,



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

- Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

- La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,85 m, y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm de diámetro, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar y/o de la disposición de estos. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar con seguridad el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

- En los cruces de calles, los tubos irán embutidos en un tomo de hormigón no estructural HNE-15, quedando estos totalmente cubiertos hasta una capa de unos 12-15 cms por encima del tubo superior. En estos casos se dejarán en reserva un número de tubos igual al 50% de los tubos ocupados por cables.

- En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 kV (240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección), se colocarán tubos de 200 mm de diámetro y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

- En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de al menos 0.10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable. Las características de las cintas de aviso de



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

cables eléctricos serán las establecidas en la NI 29.00.01, “Cinta de plástico para señalización de cables subterráneos” cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más cintas señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

- Para el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural HNE 15,0 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.
- Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de tapones de las características que se describen en la NI 52.95.03.
- Antes del tendido se eliminará del interior de todos los tubos, incluido el multitubo para los cables de control y comunicaciones, la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar los tubos en la arqueta correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

### **2.6.2. Arquetas de registro. Calas de tiro**

Debido a la longitud de nuestra línea (629 metros) está previsto que se realicen arquetas de registro y calas de tiro como mucho cada 100 metros, aproximadamente (ver planos adjuntos al proyecto).

En las esquinas y en los cambios bruscos de dirección y cada 45-55 mts de recorrido del trazado se podrán intercalar en la canalización arquetas de registro de tipo prefabricada de hormigón o de obra civil con tapa. El fondo quedará cubierto por una capa de arena de río para el drenaje en caso de entrada de agua.

En nuestro caso se sustituirán éstas por calas de tiro para facilitar la instalación de los cables en la fase de tendido. En estos puntos donde los cables no quedan cubiertos por tubo,



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

cuando se proceda al tapado de la zanja, se colocará una protección mecánica de material cerámico (baldosas rasillas, ladrillos, etc) o plancha de PVC sobre el tomo de arena de río que cubra los cables. También se puede optar por cortar longitudinalmente el casquete superior del tramo de tubo visto en la cala (aproximadamente 1 metro) con el fin de que el cable quede accesible, volviendo a colocar y encintar este casquete cuando haya finalizado el trabajo de tendido.

### 2.6.3. Cinta de señalización de peligro

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará cinta de señalización de peligro encima y en la misma vertical de los tubos, a 30 cms del nivel del suelo terminado. Esta cinta de señalización será de polietileno, con un ancho de 150 mm, 0,1 mm de espesor y de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables.

## 2.7. Características de los materiales

Como ya hemos comentado, las principales características serán:

Categoría de la red:	A
Tensión nominal ( $U_0/U$ ):	12 / 20 KV
Tensión más elevada ( $U_m$ ):	24 KV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo:	125 KV
Tensión soportada nominal de corta duración a fr. ind.:	50 KV

### 2.7.1. Cables, empalmes y aparamenta eléctrica

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



habituales después de la instalación. Podrán ser unipolares o tripolares.

Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc).

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 construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termoretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente los cálculos del proyecto.

Las características correspondientes a los tipos constructivos de cable se ajustarán a lo indicado en la Norma UNE HD 620 y/o Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y su instrucción técnica complementaria ITC 06:

**Conductor:** Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228. En el caso del cable con aislamiento XLPE, éste estará obturado mediante hilaturas hidrófugas.

**Pantalla sobre el conductor:** Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

**Aislamiento:** Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR) o polietileno reticulado (XLPE).

**Pantalla sobre el aislamiento:** Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambres y contraespira de cobre.

**Obturación:** Solo aplicable a cables con aislamiento en XLPE y consistirá en una cinta obturante colocada helicoidalmente.

**Cubierta:** Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Se consideran dos tipos de cubierta normal DMZ1y cubierta DMZ2, no propagadora del incendio tipo (AS).

En el caso que nos ocupa, las características serán las indicadas en la tabla 1 y tabla 2a del MT. De la tabla 1 obtenemos:

Tipo constructivo	Tensión Nominal (KV)	Sección Conductor (mm <sup>2</sup> )	Sección Pantalla (mm <sup>2</sup> )
HEPRZ1	12 / 20	240	16

Temperatura máxima en servicio permanente: 105 °C

Temperatura máxima en cortocircuito (t < 5s): 250 °C

A continuación, tenemos las características para cables con aislamiento de etileno propileno alto módulo (HPER) según tabla 2a:

Sección (mm <sup>2</sup> )	Tensión Nominal (KV)	Resistencia Máx. a 90 °C (Ω/km)	Reactancia por fase al tresbolillo (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
240	12 / 20	0,162	0,101	0,295

Temperatura máxima en servicio permanente: 90 °C

Temperatura máxima en cortocircuito (t < 5s): 250 °C

El circuito de alimentación al centro de medida de abonado tendrá una longitud total de 629 metros estará constituido por cables unipolares con conductores de aluminio compactos de sección circular de varios alambres cableados en forma helicoidal y pantalla metálica constituida por corona de alambres de cobre y cubierta exterior de color rojo.

Sus características de construcción proporcionarán una protección eficiente contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a los que pueden estar sometidos.

Se proyectan cables de la marca Prysmian con aislamiento de dieléctrico seco denominado HEPRZ1 12/20 KV con las siguientes características:

➤ Características constructivas:

▪ Descripción: Cable Al Eprotenax H Compact normalizado por Iberdrola. Tipo AL HEPRZ1 con conductor de aluminio, aislamiento HEPR, pantalla de hilos de cobre y tensión asignada 12/20 kV o 18/30 kV. Clase RCP Fca. Diseñado según UNE HD 620-9E.

- Sección: 240 mm<sup>2</sup>
- Naturaleza: Aluminio
- Fases: Unipolares (3)
- Aislamiento: Etileno-propileno de alto gradiente (HEPRZ)
- Pantalla: 16 mm<sup>2</sup> Cu
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica, DMZ1 Vemex (Color Rojo)

➤ Características eléctricas:

- Nivel de aislamiento: 12/20 KV
- Intensidad máx. admisible directamente enterrado: 365 A
- Intensidad máx. admisible en tubo enterrado a 1 m: 345 A
- I<sub>max</sub> de c.c. en el conductor (1 seg): 21,4 kA
- Resistencia máxima a 105 °C: 0,169 Ω/km
- Reactancia por fase al tresbolillo: 0,105 Ω/km
- Capacidad: 0,453 μF/km



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| ▪ Pantalla:                            | 16 mm <sup>2</sup> Cu |
| ▪ Tª máx. en servicio permanente:      | 105 °C                |
| ▪ Tª máx. en cortocircuito (t≤5s):     | 250 °C                |
| ▪ Intensidad máxima admisible al aire: | 495 A                 |

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

El circuito proyectado estará constituido por una terna de cables unipolares 12/20 KV HEPRZ1 con conductores de aluminio de sección 3(1x240) mm<sup>2</sup>, su longitud total será de 629 metros e irá canalizado en tubo de PE de 160 mm de diámetro enterrado en zanja de 1,15 mts de profundidad.

Los datos de la intensidad máxima admisible por el conductor están dados para una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 12/20 KV formada por un terno de cables instalado en tubo y enterrados a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable, o del tubo si el cable esta entubado), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25°C y con una temperatura del aire ambiente de 40° C.

Por otro lado, se considera que las condiciones de instalación proyectadas difieren de la instalación tipo estándar en los siguientes puntos:

- Profundidad de instalación = 1 m.

Si nos referimos a los valores que marca la tabla 8 del MT 2.31.01, obtendremos un valor diferente de intensidad máxima admisible y un factor de corrección de:

- Por profundidad de instalación de 1 mts (tabla 8) c.s.=1

Por tanto, aplicando estos coeficientes de reducción, la intensidad máxima admisible del conductor sería de 345 A (345x1,00).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 2.7.2. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión, se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

- Terminaciones: Las características serán las establecidas en el documento NI 56.80.02.
- Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en el documento NI 56.80.02.
- Empalmes: Las características serán las establecidas en el documento NI 56.80.02.

### 2.7.3. Empalmes y botellas terminales

Para la conexión de los conductores entre sí y éstos con el equipo o aparamenta en cuestión se utilizarán empalmes y terminaciones adecuadas a la tensión de servicio y a las características de los conductores y tipo de cable.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- Los empalmes y terminaciones deben estar protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- Los empalmes y terminaciones deben resistir los esfuerzos



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

- En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas.

#### ➤ Empalmes

Si es posible, se procurará que el circuito sea de una única tirada por fase sin necesidad de que se tenga que realizar ningún empalme entre los conductores. En cualquier caso, si fuera necesario, se utilizarán empalmes y terminaciones adecuadas a las características de los conductores a unir. En nuestro caso, dada la longitud del circuito (629 mts) será necesario realizar 1 o 2 juegos de empalmes en función del metraje de las bobinas de cables que suministre el fabricante.

#### ➤ Botellas terminales

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de cable y al tipo de conexión a realizar en cada caso. Se pueden contemplar dos tipos de botellas terminales:

#### Terminaciones (tipo cono):

Serán aceptados aquellos cuya tecnología de instalación sea contráctil en frío o enfilable, de presentación monobloc o integral, según lo indicado en UNE 211027 capítulo 5. Además, cumplirá con las características indicadas en el capítulo 7 de la citada norma UNE y con esto que se indica:

- El control de campo en las terminaciones estará integrado con la cubierta del terminal.
- Las superficies expuestas al contorno serán resistentes a la formación de caminos de carbón y la erosión, cumplirán los ensayos especificados en la norma UNE 211027 para la clase 1 A 3,5.
- No se admitirá que las aletas que se coloquen para aumentar la longitud de la línea de fuga, sean de piezas independientes. El diámetro de las aletas será como máximo el



diámetro exterior de la fase del cable más 100 mm.

- El aislamiento del cable quedará cubierto totalmente entre el final de la cubierta y el conector terminal.
- Los terminales metálicos serán de tecnología por apriete mecánico según UNE 211 024 no admitiéndose que se incorporen pizas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar si no son extraíbles con movimiento voluntario.
- Las longitudes máximas de las terminaciones serán las indicadas en la tabla 6 de la NI 56.80.02.

Conectores separables (tipo borna):

Todos los conectores separables serán apantallados y cumplirán con lo indicado en el capítulo 9 de la UNE 211028.

Los terminales metálicos serán de tecnología por apriete mecánico según UNE 211 024 no admitiéndose que se incorporen pizas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar si no son extraíbles con movimiento voluntario.

- No se admitirá el pintado exterior de los conectores.
- El detector de tensión, en aquellos conectores en los que se soliciten, deben estar insertado en alguno de los componentes del conector.
- Se podrán instalar, según los casos los siguientes modelos:
  - Conector separable enchufable recto.
  - Conector separable enchufable acodado.
  - Conector separable enchufable en “T” simétrica.

En nuestro proyecto se instalarán un juego de conectores separables tipo borna para realizar la conexión del cable en la celda de línea instalada en el centro de transformación en un extremo y un juego de terminaciones aptas para interior tipo cono a instalar en la conexión de cable con la celda de medida en el centro de medida en el otro extremo.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 2.8. Instalación de cables aislados

Las canalizaciones discurrirán por suelos de dominio público y privado, motivo por el cual la línea es subterránea. El terreno será lo más rectilíneo posible.

Como hemos comentado en el punto anterior, la canalización será entubada y la sección del cable de 240 mm<sup>2</sup> y se realizará con cables con cubierta normal (DMZ1).

## 2.9. Puesta a tierra

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

En redes aéreas, todas las partes metálicas de los apoyos y herrajes serán conectadas a una toma de tierra en cada apoyo.

## 2.10. Cruzamientos

En los cables deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección sobre las intensidades máximas admisibles definidos en el capítulo 10 del Manual Técnico 2.31.01.

Las canalizaciones que se construyan para cruces de calzada deberán ser perpendiculares a su eje, horizontales y manteniendo una línea recta en todo su recorrido.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero no será inferior para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m en acera o jardín y 0,80 m en calzada, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo (véase en planos). Si la canalización se realizara con medios manuales las dimensiones de la zanja permitirán el desarrollo del trabajo a las personas en aplicación del documento vigente sobre riesgos laborales.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,04 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural HNE 15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de hormigón no estructural HNE 15,0, con un espesor de al menos 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y, por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón no estructural HNE 15,0, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno, zahorra o áridos reciclados. Después se colocará un firme de hormigón no estructural HNE 15,0, de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, o hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

#### **2.10.1. Cruzamientos con calles, caminos y carreteras**

En los cruces de calzadas, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 8.2 del MT 2.31.01, relativas a la disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitud. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

al eje del vial.

El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varios circuitos, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

**2.10.2. Cruzamientos con ferrocarriles**

No aplica en este proyecto.

**2.10.3. Cruzamientos con otros cables de energía eléctrica**

No aplica en este proyecto.

**2.10.4. Cruzamientos con cables de comunicación**

No aplica en este proyecto.

**2.10.5. Cruzamientos con canalizaciones de agua**

No aplica en este proyecto.

**2.10.6. Cruzamientos con canalizaciones de gas**

No aplica en este proyecto.

**2.10.7. Cruzamientos con conducciones de alcantarillado**

No aplica en este proyecto.

**2.10.8. Cruzamientos con depósitos de carburante**

No aplica en este proyecto.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 2.11. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de AT deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

### 2.11.1. Otros cables de energía

No aplica en este proyecto.

### 2.11.2. Canalizaciones de agua

No aplica en este proyecto.

### 2.11.3. Canalizaciones de gas

No aplica en este proyecto.

### 2.11.4. Conducciones de alcantarillado

No aplica en este proyecto.

### 2.11.5. Depósitos de carburantes

No aplica en este proyecto.

## 2.12. Protecciones

### 2.12.1. Protección contra sobreintensidades

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de c.c. o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra c.c. por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. no exceda de la máxima admisible asignada en c.c.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en Tablas 22 y 23 del MT 2.31.01. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en este manual técnico siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



### 2.12.2. Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 y ITC-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2, UNE-EN 60099-1 y UNE-EN 60099-4.

### 2.13. Cálculos

Se expondrá en este proyecto un cálculo del conductor referido a la potencia del transformador a instalar en el centro de transformación del abonado.

Previamente se expondrán todas las fórmulas y expresiones relacionadas con este capítulo y que posteriormente se utilizarán:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \quad (1)$$

En donde:

- I = Intensidad de la línea ( A )
- P = Potencia transportada ( Kw )
- U = Tensión de la línea ( KV )
- $\cos \Phi$  = Factor de potencia considerado en la instalación (consideramos 0,85).

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I(R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times L \quad (2)$$

En donde:

- $\Delta U$  = Caída de tensión (V)
- $I$  = Intensidad de la línea (A)
- $R$  = Resistencia de la línea por fase ( $\Omega$  / Km).
- $X$  = Reactancia de la línea por fase ( $\Omega$  / Km).
- $L$  = Longitud de la línea ( Km)
- $\cos \Phi$  = Factor de potencia considerado en la instalación (0,85).
- $\sin \Phi$  = ( 0,436)

$$P_{max} = \sqrt{3} \times U \times I_{max} \times \cos \varphi \quad (3)$$

En donde:

- $P_{max}$  = Potencia máxima limitada por la intensidad
- $U$  = Tensión de la línea (KV)
- $I_{max}$  = Intensidad máxima limitada por el conductor (Amperios)
- $\cos \Phi$  = Factor de potencia considerado en la instalación (0,85)

$$P_p = 3 \times R \times L \times I^2 \quad (4)$$

En donde:

- $P_p$  = Potencia perdida (W)
- $R$  = Resistencia de la línea por fase ( $\Omega$  / Km)
- $L$  = Longitud de la línea (Km)
- $I$  = Intensidad de la línea (A)

El cálculo de la sección del cable está referida a la potencia total instalada en el centro de transformación: 250 KVA.



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

El conductor instalado dispone de las siguientes características:

▪ Nivel de aislamiento:	12/20 KV
▪ Intensidad máx. admisible directamente enterrado:	365 A
▪ Intensidad máx. admisible en tubo enterrado a 1 m:	345 A
▪ Intensidad máx. admisible con coef. Corrector:	345 A
▪ I <sub>max</sub> de c.c. en el conductor (1 seg):	21,4 kA
▪ Resistencia máxima a 105 °C:	0,169 Ω/km
▪ Reactancia por fase al tresbolillo:	0,105 Ω/km
▪ Capacidad:	0,453 μF/km
▪ Pantalla:	16 mm <sup>2</sup> Cu
▪ T <sup>a</sup> máx. en servicio permanente:	105 °C
▪ T <sup>a</sup> máx. en cortocircuito (t≤5s):	250 °C
▪ Intensidad máxima admisible al aire:	495 A

Datos de partida para el cálculo:

▪ Potencia de cálculo (KVA)	250 KVA's
▪ Factor de simultaneidad	1
▪ Potencia de cálculo (KW)	212,5 KW
▪ Tensión compuesta de línea	20 KV
▪ Factor de potencia (cos fi)	0,85
▪ Seno del ángulo de desfase	0,526
▪ Longitud de la línea	0,629 Kms

### 2.13.1. Intensidad de cálculo

Haciendo uso de la fórmula (1), la intensidad (I) que circulará por la línea en función de la potencia demandada será:

$$I = 7,23 \text{ A} < 345 \text{ A}$$



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 2.13.2. Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la fórmula (2).

$$U = 2,49 \text{ V.}$$

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$U\% = 0,0125 \% < 5\%.$$

### 2.13.3. Potencia máxima admisible

La potencia máxima que puede transportar la línea, viene limitada por la intensidad máxima que puede admitir el conductor o por la caída de tensión máxima admitida.

En nuestro caso, dada la escasa longitud de la línea, prevalecerá el criterio de intensidad máxima admisible).

Aplicando la fórmula (3), la potencia máxima limitada por la intensidad máxima admitida por el cable (345 A) será:

$$P_{\max} = 10.158 \text{ Kw} > 212,5 \text{ Kw que demandamos}$$

### 2.13.4. Pérdida de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto "Joule" vienen dadas por la fórmula (4):

$$P_p = 16,67 \text{ W}$$

La pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$P_p\% = 0,0078 \%$$



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

Con estos cálculos queda justificado que **el cable adoptado 12/20 KV HEPRZ1 AL 1x240 mm<sup>2</sup> resulta válido para nuestra instalación.**

#### **2.13.5. Intensidad máxima admisible de cortocircuito**

Según la ITC-LAT 06 en su tabla 26, la intensidad máxima de corriente de cortocircuito en un conductor como el que se proyecta (12/20 KV HEPRZ1 AL) para una duración del defecto de 1 segundo sería de 89 A/mm<sup>2</sup>. Por tanto, nuestro conductor con una sección de 240 mm<sup>2</sup>, admitiría una intensidad de cortocircuito de 21,36 KA (89 x 240).

El fabricante del cable (Prysmian) garantiza que su cable admite una intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 segundo de 21,4 kA. El valor de cortocircuito facilitado por I-DE en sus redes de distribución urbana es de 12,5 KA durante un segundo; ahora bien, el circuito en cuestión quedará protegido en cabecera por seccionadores unipolares cortacircuitos fusibles tipo cut-out. El tiempo de actuación de esta protección estará por debajo de 1 segundo, por lo que la intensidad de cortocircuito no alcanzaría el valor máximo admisible por el cable y, por tanto, **el cable adoptado 12/20 KV HEPRZ1 AL 240 mm<sup>2</sup> resulta apto para esta instalación.**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO (C.T.C.) DE 250 KVA'S

#### 3.1. Objeto

Este capítulo tiene por objeto justificar y definir las características de un centro de transformación compacto de 250 KVA's.

#### 3.2. Función del C.T. y características generales

- Función del centro de transformación y medida.

El centro de transformación de 250 KVA que se proyecta tendrá la función de transformar o convertir la alta tensión de suministro (20 KV) en baja tensión (400-230 V) para poder hacer uso de la energía las posteriores instalaciones de los diferentes abonados de la zona.

- Características generales del centro.

- Relación de transformación 20KV/400-20 V y potencia del transformador 250 KVA.
- Conjunto compacto CTC-TELE-250/20-K para utilización en centros de transformación en edificio prefabricado.
- Quedará ubicado dentro del recinto parcelario de la explotación (ver planos adjuntos).
- Estará considerado como un centro de compañía, es decir, que la explotación y la propiedad correrá de la empresa distribuidora (i-DE).
- Quedará acometido por una línea subterránea de 20KV (objeto también de este proyecto), la cual entroncará en una línea de alta tensión propiedad de la compañía distribuidora i-DE.
- Estará conformado por un conjunto de elementos eléctricos situados sobre un soporte único denominado plataforma conformado por celda, cuadro de baja tensión y transformador.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 3.3. Características de la instalación de suministro

La instalación de suministro del centro de transformación estará constituida por una línea subterránea de 20 KV de 629 mts de longitud con entronque a una Línea Aérea de Media Tensión propiedad de i-DE como se dice en los capítulos anteriores de este proyecto. Este conjunto quedará conectado a la red de distribución de I-DE según se describe en la memoria del presente proyecto.

### 3.4. Descripción del edificio

El Centro de transformación que se proyecta es un conjunto compacto CTC-TELE-250/20-K para utilización en centros de transformación en edificio prefabricado. Consta de una envolvente prefabricada EPSC TL, según el documento NI 50.40.07. con telegestión. Sus características principales son:

#### ➤ **Diseño**

Estas envolventes deben integrarse fácilmente en el paisaje, debiendo adoptarse para ellos los colores y formas más discretos en relación con el entorno.

La EPSC está diseñada para que se puedan efectuar en servicio y de forma segura las operaciones habituales de inspección, maniobra y mantenimiento.

El cuerpo de la envolvente se moldeará, preferentemente, en una sola pieza que incluya la solera y los muros de cerramiento. La cubierta deberá ser independiente y amovible, permitiendo el acceso a través de ella del CTC. Estará diseñada y construida de forma que impida la acumulación de agua sobre ella y se consiga una perfecta estanqueidad, evitando todo riesgo de filtraciones. No se podrá instalar ningún elemento sobre la misma que dificulte el fácil deslizamiento del agua. El fabricante indicará el sistema empleado para la impermeabilización.

En todos los casos la maniobra se efectuará desde el exterior. Para ello la envolvente dispondrá de una puerta de acceso, que permitirá la ejecución de la maniobra. El pasillo de maniobra debe ser exterior a la envolvente, no debiendo ser necesario introducirse en la



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



envolvente para maniobrar los equipos, por ejemplo, la disposición de las celdas junto con la palanca de maniobra debe permitir realizar la maniobra sin entrar dentro de la envolvente.

No podrá existir ningún hueco en el suelo entre la puerta y el CBT o celdas que pueda ocasionar caídas en su operación.

➤ **Dimensiones**

Las dimensiones de la envolvente, una vez instalado, serán:

- altura máxima (desde la cota 0): 2050 mm
- superficie ocupada recomendada:  $\leq 4,5 \text{ m}^2$

La profundidad en el terreno no excederá de 500 mm.

Se deberá prever espacio suficiente para poder colocar el conjunto compacto con las dimensiones especificadas en el documento NI 50.40.06, así como los armarios de automatización, telegestión y comunicaciones, y el cableado a dichos armarios, que permitan implantar los sistemas de telegestión.

Los armarios de automatización se ubicarán en la parte superior de las celdas. Este espacio deberá quedar adecuadamente identificado y previsto para poder instalar los equipos fácilmente. Para el diseño se tendrá en cuenta la ubicación de las EPSC, previstas para ser instaladas en jardines y aceras protegidas del acceso accidental de vehículos (véase figura 1).

La base sobre la que se instalará el CTC, deberá tener las cotas indicadas en la figura 2, con objeto de que sean intercambiables entre sí los CTC suministrados por los distintos fabricantes.

A continuación, se muestran las figuras 1 y 2:

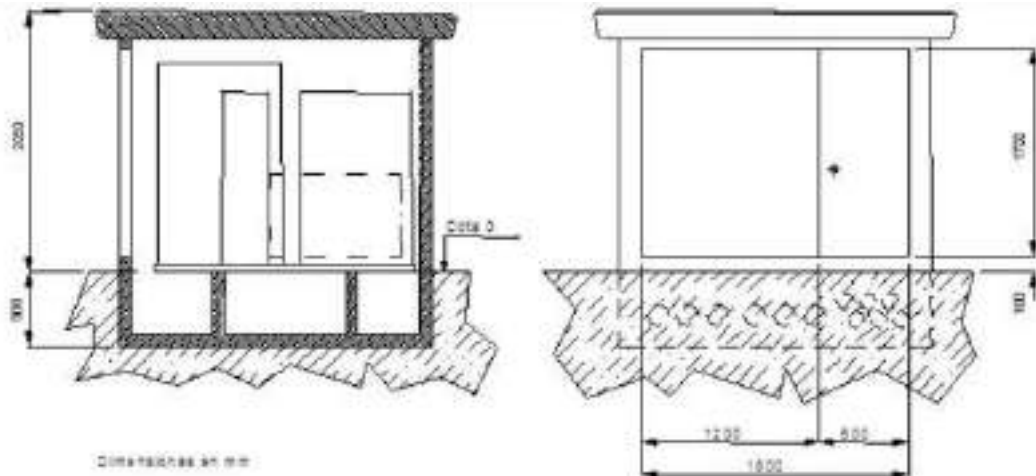


Fig. 1 Envolvente Prefabricada de Superficie para CTC (EPSC)

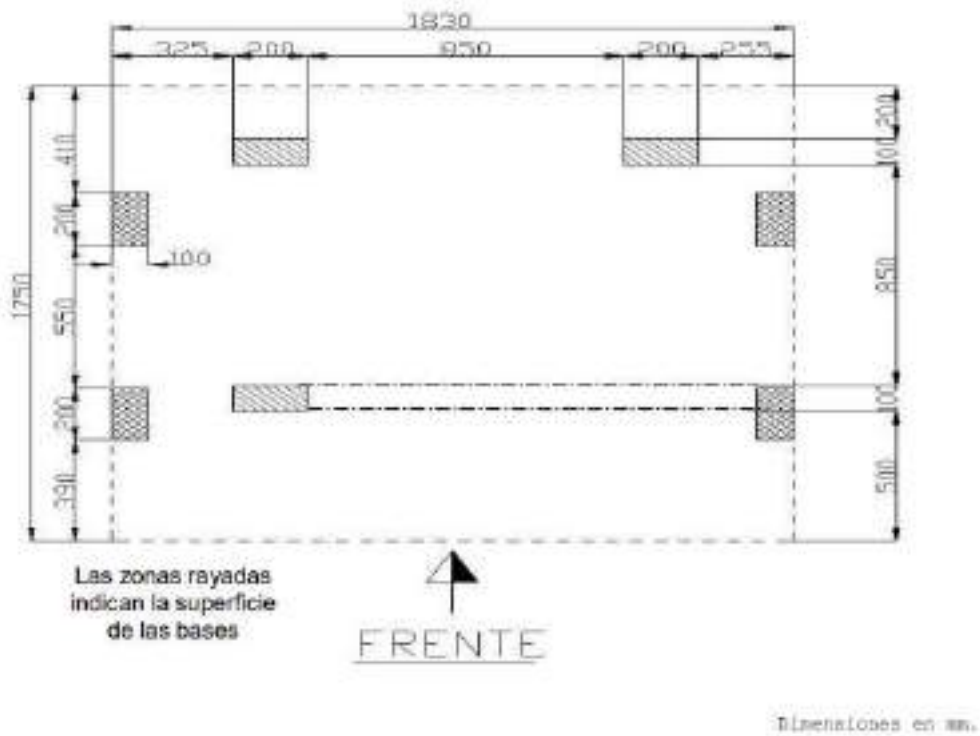


Fig. 2 Base de colocación del CTC

### ➤ Resistencia mecánica

La envolvente prefabricada debe resistir las siguientes cargas:

- Sobre el techo: Mínimo de 250 daN/m<sup>2</sup>.
- Sobre la zona de apoyo del bastidor del conjunto compacto se aplicará una carga

uniforme de 3.000 daN como mínimo.

### ➤ **Ventilación**

La ventilación será natural y su disposición podrá ser perimetral. La clase de la envolvente será de 10 K.

Para el diseño de la ventilación natural, aproximadamente la mitad de las aberturas de ventilación, deben estar situadas cerca del suelo.

### ➤ **Foso para aceite**

La envolvente estará provista de un sistema de recogida del aceite que, eventualmente, pueda escapar del transformador. Se habilitará en el fondo de la EP un espacio capaz de alojar el volumen total del líquido dieléctrico del transformador especificado en el documento NI 50.40.06. Dicho foso dispondrá de un sistema cortafuegos (guijarros,...).

### ➤ **Accesos: Puertas y rejillas**

La envolvente dispondrá en la fachada de una puerta de acceso al CTC, formada por dos hojas. Las puertas, una vez abiertas, se podrán fijar en dos posiciones, una a 90º y otra a 180º.

Las dimensiones mínimas del hueco útil de la puerta permitirán efectuar en servicio y de forma segura las operaciones habituales de inspección, maniobra y mantenimiento. Deberá dar acceso a todo el hueco interior de la envolvente.

La cota inferior del hueco útil de la puerta y de las rejillas deberán estar como mínimo 100 mm por encima de la cota cero.

El material de la puerta podrá ser poliéster reforzado o acero galvanizado en caliente pudiendo tomar como referencia para el mismo el documento informativo NI 00.06.10, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Las rejillas, deberán ser del mismo material que el empleado en la puerta y podrán ser atornillables o encastrables desde el interior de la envolvente. Si la puerta y rejillas de ventilación de las envolventes prefabricadas de hormigón son metálicas, estarán conectadas al sistema equipotencial a través de una conexión segura y visible. Si la puerta y rejillas de ventilación de las envolventes prefabricadas de hormigón son de poliéster reforzado, sus características podrán tomar como referencia los apartados 4.7 y 6.1 del documento informativo NI 50.20.03, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

La cerradura podrá tomar como referencia para la misma lo establecido en el documento informativo NI 50.20.03, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Además, la envolvente dispondrá de una ventana o rejilla desmontable en el lateral derecho (visto frontalmente), sin cerradura, para permitir la actuación del regulador de tomas. Para la apertura de esta ventana o rejilla, se incorporará en el interior de la envolvente, algún mecanismo de bloqueo, como puede ser un pasador, accesible solo desde el interior una vez abierta la puerta del Centro de Transformación.

#### ➤ **Accesos: Cables**

Para permitir el paso de los cables de MT y BT, se habilitarán los orificios necesarios en la envolvente, en la parte frontal que queda bajo cota cero.

Estos orificios permitirán el paso de 2 líneas de MT, con 3 cables unipolares HEPRZ1 de 1x240 mm<sup>2</sup> cada una según el documento NI 56.43.01, y el paso de 5 líneas de BT, con 4 cables unipolares XZ1-AI 0,6/1 kV de 240 mm<sup>2</sup> cada una según el documento NI 56.37.01.

El diámetro mínimo de cada orificio será de 160 mm.

Así mismo, en la zona de entradas de MT, se dotará a la envolvente de otra entrada de 125 mm de diámetro para cable de comunicaciones y los orificios necesarios para permitir el paso del cable del electrodo de puesta a tierra.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Además, en la pared derecha de la envolvente (visto frontalmente), en su parte inferior (por encima de cota 0), se dispondrá de un orificio de 140 mm de diámetro como mínimo, para cables de alimentación de un grupo electrógeno, cubierto por una tapa que podrá ser retirada únicamente por la parte interior de la envolvente.

La disposición de los orificios en la envolvente garantizará que se respete el radio de curvatura mínimo de los cables.

La entrada de cables se realizará mediante sistemas que garanticen la estanqueidad.

#### ➤ **Carteles de seguridad**

La puerta de acceso al centro llevará la placa de advertencia de riesgo eléctrico AE-10, pudiendo tomarse como referencia para la misma el documento informativo NI 29.00.00, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista, y en la cara interna deberá incorporar los siguientes carteles de seguridad tomando como referencia el anexo D del documento informativo MO.07.P2.11:

- Cartel de primeros auxilios.
- Cartel de las cinco reglas de oro.
- Cartel de uso obligatorio de los EPI.
- Cartel de teléfonos de emergencia.
- Cartel de posibles riesgos asociados a la instalación.

### **3.5. Características del CTC**

Se proyecta la instalación de un conjunto compacto para Centros de Transformación CTC-TLE-250/20, NI 50.40.06., con las siguientes características:

Potencia nominal:	250 KVA
Tensión primaria:	20KV
Tensión secundaria:	420 V
Temperatura mínima:	- 15 °C

Temperatura máxima:	40 °C
Temperatura máxima diaria:	35 °C
Humedad relativa máxima:	95%
Nivel de aislamiento para AT:	24 kV
Nivel de aislamiento para BT:	10 kV
Frecuencia asignada:	50 Hz
Intensidad nominal en BT:	400 A

### 3.5.1. Diseño

En los CTC, se dispondrá de los siguientes elementos diferenciados:

#### ➤ Transformador

El transformador cumplirá con lo indicado en el documento NI 72.30.00, e irá emplazado en la parte posterior de la plataforma. El transformador y la plataforma, dispondrán de ruedas en los casos de tratarse de un Centro de Transformación Compacto emplazado en un edificio de otros usos (CTCOU).

En el caso del CTCOU, el transformador se montará sobre la plataforma instalando cuatro antivibradores para absorber las vibraciones que se pudieran producir durante el funcionamiento del mismo. La carga unitaria a la que se deben ver sometidos los antivibradores debe estar comprendida entre el 50% y el 80% de su carga máxima admisible. Constructivamente los antivibradores deberán disponer de una protección contra posibles fugas de líquido dieléctrico del transformador que pudieran dañarlos. La atenuación del sistema antivibración a la frecuencia de excitación será superior al 92%. Así mismo, el sistema antivibración tendrá que soportar el transporte de CTC sin sufrir alteración alguna en sus características.

El cambiador de tomas del transformador se situará en un lugar accesible para las operaciones normales de explotación, control y mantenimiento, teniendo que estar ubicado en el lado derecho del transformador según se mira desde el frente de celdas.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### ➤ *Celda de MT*

Las celdas de MT deberán ser las especificadas en el documento NI 50.42.11, del tipo no extensibles, y exclusivamente con las funciones 2L +1P. Estarán emplazadas en el lado izquierdo de la parte delantera, vista frontalmente la plataforma.

### ➤ *Cuadro de Baja Tensión*

Estará situado en el lado derecho de la parte delantera de la plataforma, vista frontalmente la plataforma.

El cuadro de BT cumplirá lo especificado en el documento NI 50.44.01, incorporando tantas bases tripolares verticales, como se indica en la tabla 2 Cuadro de Baja Tensión.

Tabla 2  
Cuadro de BT.

Potencia	Corriente asignada	Tensión asignada	Cortacircuitos fusibles Tamaño 2
kVA	A	V	Número bases
250	400	440	3
400	630		4
630	1000		5

Las barras deberán ir identificadas con los colores siguientes:

- Fase R: Verde
- Fase S: Amarillo
- Fase T: Marrón
- Neutro: Azul

### ➤ *Interconexión celda - transformador*



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



La interconexión entre la celda y el transformador se realizará con cable unipolar con conductor de aluminio y aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) de 1x50 mm<sup>2</sup> de tensión nominal 12/20 kV, especificados en el documento NI 56.43.01.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados, de conexión sencilla de 24 kV/200 A, especificados en el documento NI 56.80.02.

#### ➤ **Interconexión transformador - cuadro**

La interconexión entre el transformador y el cuadro de BT, se realizará con cable unipolar XZ1(S), con conductor de Aluminio de 1x240 mm<sup>2</sup> de 0,6/1kV, especificados en el documento NI 56.37.01. Los terminales a emplear serán los indicados en el documento NI 56.88.01.

La interconexión también se podrá realizar con cable de cobre con aislamiento reticulado, tipo RVK, de 1x240 mm<sup>2</sup> o 1x150 mm<sup>2</sup> (véase tabla 3) de 0,6/1kV. En este caso se emplearán terminales de Cu de interior, de compresión hexagonal. Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-240/12.

Las bornas de BT deberán aislarse para evitar cualquier contacto accidental con las mismas.

El número de cables para realizar la conexión, dependerá de la potencia del transformador, empleándose los indicados en la tabla 3.

Tabla 3  
Número de cables y sección

Trafo	Fases		Neutro	
	Al	Cu	Al	Cu
250	2 x 240mm <sup>2</sup>	2 x 150mm <sup>2</sup>	1 x 240mm <sup>2</sup>	1 x 150mm <sup>2</sup>
400	2 x 240mm <sup>2</sup>	2 x 150mm <sup>2</sup>	1 x 240mm <sup>2</sup>	1 x 150mm <sup>2</sup>
630	3 x 240mm <sup>2</sup>	2 x 240mm <sup>2</sup>	2 x 240mm <sup>2</sup>	1 x 240mm <sup>2</sup>

### 3.5.2. Construcción

El CTC-CTCOU debe diseñarse de forma tal que las operaciones normales de explotación, de control y de mantenimiento, la verificación de la presencia o de ausencia de tensión en el circuito principal, incluyendo la comprobación del orden de sucesión de fases, la puesta a tierra de los cables conectados, la localización de defectos en los cables, los ensayos dieléctricos de los cables o de otros aparatos conectados y la supresión de las cargas electrostáticas peligrosas, puedan efectuarse sin riesgo alguno para las personas.

Los CTC irán montados sobre una plataforma metálica que permita el izado del conjunto de elementos que lo componen, sin daño para ninguno de ellos. Para posibilitar dicho izado, dispondrá de los elementos de amarre que a título orientativo se indican en la figura 2, si bien se admitirán otros procedimientos que cumplan esta función. El apoyo de la plataforma se realizará sobre la base definida en la figura 2 del documento NI 50.40.07 respectivamente.

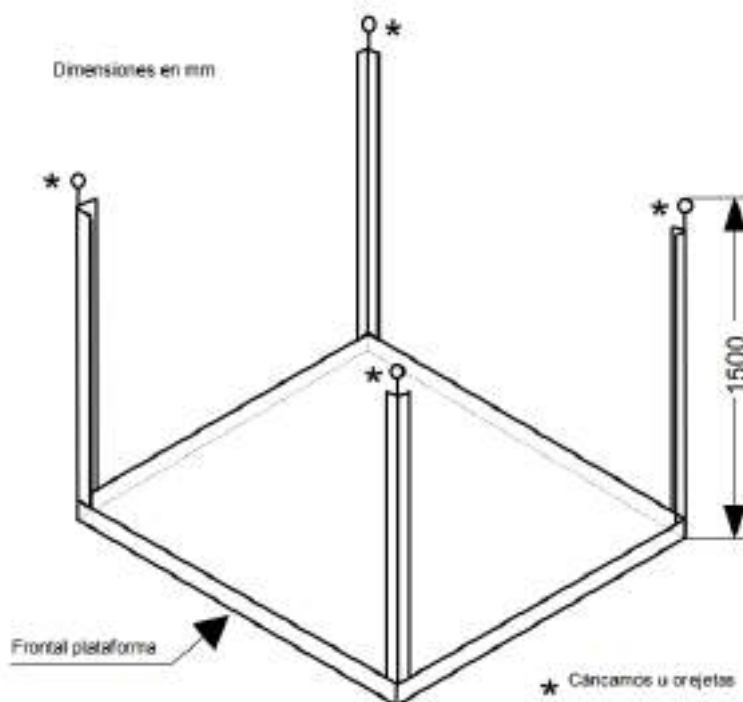


Figura 2: Detalle de los elementos de izado

En el caso de instalación del CTC en el interior de un edificio de otros usos (CTCOU), entre el transformador y la plataforma se colocarán cuatro antivibradores. La plataforma dispondrá de 4 ruedas que permitan el desplazamiento cómodo del CTC sobre perfiles UPN-160

en la dirección que forma el frente de las celdas de MT. Las ruedas no dispondrán de pestaña y serán orientables a 90º y 180º con una distancia entre ejes de 670mm±10mm en el lado corto. Cada rueda deberá ser capaz de soportar una carga permanente de 800 Kg sin deterioro de sus funciones. Las ruedas deberán disponer de rodamientos para asegurar una buena movilidad del conjunto. Con objeto de evitar posibles transmisiones de vibraciones, el material de las ruedas será poliamida.

El CTC deberá de disponer del espacio y los anclajes necesarios para instalar los armarios de telegestión y comunicaciones de forma que su manipulación y mantenimiento sea posible desde la parte frontal del CTC.

➤ **Marcas**

Los CTC deberán estar provistos de la placa de características de cada uno de los elementos que lo componen, Trafo, Celda y Cuadro de BT, situadas en lugar visible para el operador.

Además, el CTC-CTCOU llevará en la parte visible frontal, de forma clara e indeleble, una placa de características que incluirá , además de los datos característicos del CTC definidos en el punto 3 del presente documento , los siguientes:

- Nombre del fabricante
- Número de serie del fabricante
- Norma y edición de referencia
- Año de fabricación
- Designación i-DE (véase tabla 1)
- Características del CTC relacionadas en el punto 3

➤ **Puesta a tierra del CTC**

Todos los elementos metálicos constitutivos del CTC (transformador, celda, envolvente metálica del cuadro de BT, pantalla de cable HEPRZ1 en ambos extremos) estarán conectados entre sí y con la plataforma propiamente dicha, a través de la línea de puesta a tierra



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

de protección, que estará constituida por cable desnudo de aleación de Aluminio D56. La plataforma, a su vez, estará provista de un cable desnudo de aleación de Aluminio 55-AL3(D56) y de 3 m de longitud, para ser conectado con la caja de conexión al electrodo de puesta a tierra de protección que estará instalada en el edificio prefabricado o en el edificio de otros usos.

#### ➤ Defecto interno

Ante la posibilidad de la aparición de un defecto interno en el interior de la cuba de gas de la celda o en el compartimento de cables de la celda, que pudiera conducir a la destrucción de la misma, se preverán los elementos de seguridad suficientes para evitar la explosión de la envolvente en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape de los limitadores de presión para evitar accidentes en el personal de servicio. El fabricante deberá informar de las características de su producto en los catálogos e información técnica facilitada a los proyectistas y/o usuarios finales en cuanto a la intensidad de cortocircuito soportada por el CTC y su duración en caso de arco interno. Por su parte el proyectista deberá comprobar que las potencias de cortocircuito en el lugar de la instalación y los tiempos de actuación de las protecciones son compatibles con las intensidades de defecto interno y duración que puede soportar el CTC.

#### ➤ Dimensiones y masas

Las dimensiones máximas de los CTC serán las indicadas en la tabla 4.

Tabla 4  
Dimensiones máximas en mm

Trafo kVA	Interior		
	Alto	Ancho	Fondo
250			
400	1800	1830	1750
630			

Las masas máximas de los CTC serán las indicadas en la tabla 5.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Tabla 5  
Masas máximas

Potencia kVA	Masa kg
250	2150
400	2500
630	3000

### ➤ Esquema Eléctrico

En la figura 3 se representa el esquema unifilar del CTC-CTCOU.

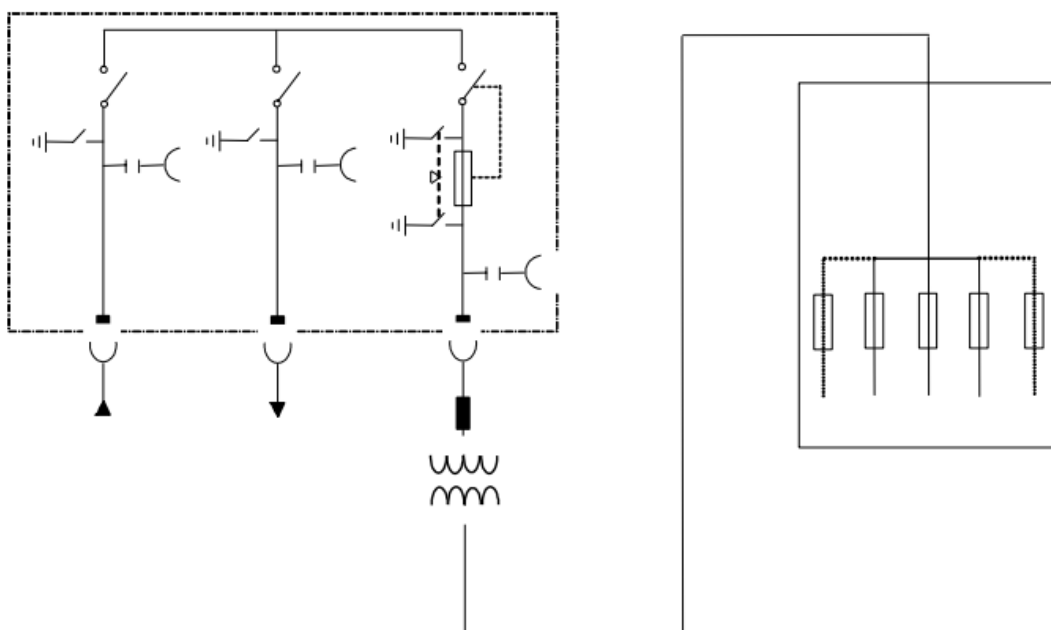


Figura 3: Esquema unifilar

### 3.6. Protecciones contra incendios y otras medidas de seguridad

#### ➤ Protección contra incendios

La instalación de alta tensión que nos compete (centro de transformación en edificio prefabricado de hormigón con maniobra interior) estaría clasificada dentro del párrafo a) del

apartado 2 de la ITC-RAT-14. Según el apartado 5.1 de esta misma instrucción técnica, al tratarse la nuestra de una instalación de 3ª categoría no le será de aplicación las disposiciones reguladoras de protección contra el incendio en los establecimientos industriales; quedando sólo sometida a las prescripciones que marca el R.D. 337/2014 de 9 de mayo en su ITC-RAT-14, en su apartado 5.1.

Se adoptarán las siguientes medidas:

- Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico.

El centro de transformación prefabricado dispone de un foso de recogida resistente y estanco bajo el transformador con una capacidad de 600 litros apto para poder acoger la totalidad del volumen de aceite del transformador (325 litros). Cuando el transformador utilice dieléctricos con puntos de combustión igual o superior a 300°C, sería suficiente un sistema de recogida de posibles derrames (por ejemplo, una bandeja) que impida su salida al exterior.

- Sistemas de extinción fijos.

Nuestro centro con un transformador con dieléctrico de aceite mineral con punto de combustión inferior a 300°C, no será necesario instalar un sistema de extinción fijo dado que la potencia del mismo no supera el límite de 1.000 KVA establecido en el apartado 5.1.b2 de la ITC-RAT 14 del R.D. 337/2014 de 9 de mayo.

Si el transformador instalado utiliza dieléctrico con punto de combustión superior a 300°C (éster natural), tampoco sería necesario instalar sistema de extinción fijo, independientemente de su potencia.

- Sistemas de extinción móvil.

En nuestro caso se instalará un extintor de 6 Kg de eficacia mínima 89B que se colocará, a ser posible en el exterior de la instalación a una distancia no superior a 15 mts de la misma, colgado en un soporte a una altura máxima de 1,70 mts.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

➤ **Otras medidas de seguridad**

- Alumbrado de emergencia.

A parte del alumbrado general, el centro de seccionamiento contará con una luminaria de emergencia de 70 lúmenes con una autonomía mínima de una hora. Se instalará en un lugar donde la aportación de luz al local sea mayor para facilitar las labores de maniobra a los operarios en caso de un fallo de suministro principal.

- Carteles de primeros auxilios.

Con el objeto de tener a mano unas instrucciones elementales de primeros auxilios, se colocará en lugar visible un cartel o carteles con las indicaciones a seguir en caso de accidente.

- Señalizaciones y material de seguridad.

El local cumplirá con las siguientes prescripciones en materia de señalización y material de seguridad:

- Las puertas de acceso al centro llevarán los rótulos identificativos asignados por Iberdrola si es el caso.
- La puerta de acceso al local y la protección del transformador llevarán la señal triangular distintiva de peligro por riesgo eléctrico.
- La instalación de alumbrado y toma para usos varios de servicio propio del CT estará protegida por un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).
- Se instalará en un lugar visible el cartel con las cinco reglas de oro y otro con las instrucciones de primeros auxilios.
- El centro contará con una banqueta de maniobra con aislamiento de 24 KV.
- Guantes aislantes con nivel de aislamiento 24KV para realización de maniobras.
- Pértiga de rescate y detectora de tensión hasta 24 KV.

- Acera perimetral.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



Para anular o reducir en todo lo posible las tensiones de paso y contacto que se puedan producir en el CT y mejorar la instalación de puesta a tierra, se realizará una acera perimetral alrededor del edificio de 1,20 metro de ancha 20 cms de espesor con hormigón HM 25-20 (el acabado de esta acera puede realizarse con el mismo material que el solado del terreno del contorno.

- Para la protección de personal y equipos se debe garantizar que:

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

- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF6, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma de pérdida del suministro en otros centros interconectados con éste, incluso en un eventual caso de inundación.

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

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

### 3.7. Cálculos

#### 3.7.1. Intensidad de alta tensión

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

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

Donde:

P: Potencia del transformador (KVA)

Up: Tensión en el primario (KV)

Ip: Intensidad en el primario (A)

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

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

$$I_p = 7,22 \text{ A}$$

### 3.7.2. Intensidad de baja tensión

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

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

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

Donde:

P: Potencia del transformador (KVA)

US: Tensión en el secundario (KV)

IS: Intensidad en el secundario (A)

La intensidad en la salida de baja tensión puede alcanzar el valor

$$I_s = 344 \text{ A}$$



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 3.7.3. Cortocircuitos

- Observaciones

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

- Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1)$$

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]

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

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

$$I_{cci} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_t} \quad (2)$$

Donde:

P potencia de transformador [KVA]



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Ecc tensión de cortocircuito del transformador [%]

Us tensión en el secundario [V]

Iccs corriente de cortocircuito [KA]

- Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión (1), en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA (valor estimado más desfavorable) y la tensión de servicio 20 KV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 14,43 \text{ KA}$$

- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

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

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula (2):

$$I_{ccs} = 8,59 \text{ KA}$$

#### **3.7.4. Dimensionado del embarrado**

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

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

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el elemento conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

### **3.7.6. Comprobación por solicitud electrodinámica**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada con la fórmula (1), por lo que:

$$I_{cc(din)} = 14,4 \times 2,5 = 28,62 \text{ KA}$$

### **3.7.7. Comprobación por solicitud térmica**

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

$$I_{cc(ter)} = 14,45 \text{ KA.}$$

### **3.7.8. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

El transformador quedará protegido tanto en AT a través de una celda con ruptofusible. En baja tensión, la instalación quedará protegida en el CT mediante un elemento general a definir en proyecto específico o memoria técnica de baja tensión.

#### **➤ Protección en Alta Tensión**

#### Celda de protección del transformador



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

La protección en AT del transformador quedará garantizada mediante su celda asociada de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Los fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

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

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles será de 16A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones (fusible y termómetro).

#### Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles. Si por cualquier circunstancia (sobrecarga, alta temperatura en el local, etc) el termómetro detectara una temperatura prefijada de calentamiento del dieléctrico (normalmente se tara a 80º C), mandaría una señal a la celda de protección que provocaría la apertura de ésta, quedando el transformador desconectado de la instalación.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### ➤ Protección en Baja Tensión

Esta parte de la instalación no forma parte de este proyecto, quedando relegada en su caso a otro proyecto específico de baja tensión o a una memoria técnica de la instalación. A modo orientativo, se propone como elemento general de protección en baja tensión un armario con bases portafusibles de 400 A con interruptor de corte en carga de 4 polos y 400 A.

#### **3.7.9. Dimensionado de los puentes de alta tensión**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red. La intensidad nominal máxima en alta tensión que puede demandar el transformador de 250 KVA sería de 7,22 A. Se proyectan puentes de A.T. con cables 12/20 KV HEPRZ1 Al de 240 mm<sup>2</sup>, los cuales admiten una intensidad máxima en instalación al aire de 495 A según fabricante.

#### **3.7.10. Dimensionado de los puentes de baja tensión**

Para realizar la conexión del secundario del transformador con la protección general de baja tensión a instalar en el CT se proyectan puentes constituidos por cables 0,6/1 KV RZ1 (AS) con conductores de aluminio de sección 3(1x240)+1x240 mm<sup>2</sup>. La intensidad máxima en baja tensión que puede aportar el transformador sería de 344 A. Según las indicaciones del fabricante, un cable de este tipo instalado al aire admite una intensidad máxima de 372 A, por lo que el cable adoptado sería apto.

#### **3.7.11. Ventilación del centro de transformación**

La ventilación optimizada dispuesta en este edificio reduce el calentamiento del transformador, permitiendo obtener del mismo el máximo aprovechamiento y unas condiciones de operación óptimas.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



### 3.7.12. Instalaciones de puesta a tierra

Circuito de puesta a tierra de aluminio incluido en el CTC.

- Puesta a tierra de protección o de herrajes
- Puesta a tierra de servicio o de neutro.

#### ➤ Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión en su ITC-RAT-13 pto. 4.1, indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar la investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y estimando su resistividad en base a unos valores establecidos en la tabla 2 de esta instrucción.

Según la investigación previa del terreno donde se pretende instalar el electrodo de toma de tierra, se determina la resistividad media en  $150 \Omega \cdot m$ .

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

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

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

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

### *DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA DE HERRAJES*

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

Datos iniciales:

Tensión de servicio (Uo)	20.000 V
Intensidad de defecto máxima Idm	500A (MT 2.11.33).
Nivel de aislamiento en B.T. (Vbt)	10.000 V
Resistividad del terreno ( $\rho_1$ )	150 $\Omega$ m
Tiempo eliminación del defecto	0,2 seg (Id>100A→MT 2.11.02)

NOTA: A falta de datos específicos a aportar por Iberdrola para esta instalación, se han tomado como referencia las especificaciones de aplicación dadas en sus manuales técnicos (MT) indicados.

### *Resistencia máxima de la PaT de la instalación*

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT; por tanto, se debe verificar, para el caso más restrictivo:

$$Id \times Rt \leq Vbt \quad (1)$$

Siendo:

- $I_d$  = Intensidad de defecto en nuestra instalación (A).
- $R_t$  = Resistencia de puesta a tierra preliminar calculada ( $\Omega$ ).
- $V_{bt}$  = Nivel de aislamiento en baja tensión (V).

Aplicando los valores que disponemos a la fórmula (1), tenemos:

$$500 \times R_t \leq 10.000 \quad R_t = 20 \, \Omega$$

El valor unitario  $K_r$  de resistencia de PaT del electrodo a elegir será tal que verifique:

$$R_t \leq K_r \times \rho_1, \quad K_r \leq 20 / 150 = 0,133 \, \Omega m$$

Seleccionamos un electrodo tipo que cumpla la condición de tener un  $K_r \leq 0,133$ .

- \* Configuración seleccionada 50-40/5/82(Electrodo UNESA)
- \* Geometría del sistema Anillo rectangular
- \* Dimensiones 5,0 x 4,0 mts
- \* Profundidad del electrodo horizontal 0,5 mts
- \* Número de picas 4 uds.
- \* Longitud de las picas 2 mts

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- \* De la resistencia  $K_r = 0,086 \, \Omega m$
- \* De la tensión de paso  $K_p = 0,0192 \, V/\Omega mA$
- \* De la tensión de contacto  $K_c = 0,0421 \, V/\Omega mA$

### **Condiciones de seguridad**

Las condiciones que debe satisfacer el electrodo tipo seleccionado para garantizar la seguridad de las personas dentro y fuera del CT, serán:

a) Asegurar que las tensiones de contacto máximas que se puedan producir en la instalación sean menores que las tensiones de contacto máximas admisibles según ITC-RAT 13 ( $V'c < V_{cad}$ ).

b) Asegurar que las tensiones de paso máximas que se puedan producir en la instalación sean menores que las tensiones de paso máximas admisibles según ITC-RAT-13 ( $V'p < V_{pad}$ ).

#### ***Adopción de medidas adicionales de seguridad***

En la práctica, la condición a) es muy difícil de conseguir con electrodos viables desde el punto de vista tecnológico y económico. Para garantizar la seguridad de las personas dentro y fuera de CT, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

1.- Establecer conexiones equipotenciales entre la zona donde se realice el servicio y todos los elementos conductores accesibles desde la misma. Para ello, en el suelo interior del edificio o local se instalará un mallazo con varillas de 4 mm electrosoldadas formando retículas de 30x30 cm cubierto por una capa de hormigón de 10 cms y conectado a la PaT de herrajes en dos puntos opuestos como mínimo. Los edificios prefabricados llevarán incorporado este mallazo.

2.- Las puertas y rejillas que dan al exterior del edificio o local no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos, averías o accidentes.

3.- En los centros establecidos en edificios aislados de exterior, se realizará una acera perimetral de hormigón de 1,2 metros de ancha y 20 cms de espesor, en donde se instalará un mallazo con varillas de 4 mm electrosoldadas y con retículas de 30x30 cms embutido a 10 cms de la superficie y conectada a la PaT de herrajes en dos puntos opuestos como mínimo.

#### ***Resistencia de puesta a tierra***

Con este electrodo elegido, el valor real de la resistencia de PaT sería:

$$R't = K_r \times p_1$$

$$R't = 0,086 \times 150 = 12,9 \Omega$$

(Nota: Se cumple la condición de la tabla 4 de la MT 2.11.33 para instalaciones de 20KV con las pantallas de los cables subterráneos conectados a tierra: Máximo valor de resistencia de  $P_aT=100\Omega$ )

### ***Tensión de defecto (V'd) del electrodo seleccionado***

Con el electrodo elegido la tensión de defecto máxima en la instalación será:

$$V'd = R't \times I_d$$

$$V'd = 12,9 \times 500 = 6.450 \text{ V} < V_{bt} \text{ (nivel de aisl. en BT)}$$

### ***CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO***

#### ***Cálculo de la tensión de paso y contacto en el interior de la instalación***

La instalación del mallazo equipotencial que llevan incorporados de fábrica los edificios prefabricados de Ormazabal, hace que las tensiones de paso y contacto que puedan aparecer en el interior de CT sean inexistentes o prácticamente cero.

#### ***Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación***

- Tensión de paso sobre el terreno (suelo natural)

$$V'p(\text{terreno}) = K_p \times \rho_1 \times I_d$$

$$V'p(\text{terreno}) = 0,0192 \times 150 \times 500 = 1.440 \text{ V}$$

- Con la instalación de la acera perimetral con mallazo conectado al electrodo de puesta a tierra del CT, la tensión de paso en el acceso y la tensión de contacto coinciden [ $V_p(\text{acc})= V_c(\text{ext})$ ]; por tanto:

$$V'p(\text{acc}) = K_c \times \rho_1 \times I_d$$

$$V'p(\text{acc}) = 0,0421 \times 150 \times 500 = 3.158 \text{ (en acceso: } Vp=Vc \text{ )}.$$

***Cálculo de las tensiones máximas admisibles según ITC-RAT-13 (Pto. 1.1)***

Para el cálculo sean empleado las fórmulas (1), (2) y (3) de esta ITC, considerando los siguientes parámetros:

Resistencia equivalente del calzado aislante	Ra1= 2000 Ω
Resistividad del terreno	ρ1= 150 Ωm
Resistividad del hormigón	ρ2 = 3000 Ωm
Espesor de la capa superficial	0,2 mts
Coeficiente reductor de la resistividad del hormigón	Cs= 0,8
Resistividad corregida del hormigón	ρ'2 = 2402,96 Ωm

También se considera en el cálculo el tiempo máximo de eliminación del defecto por parte de las protecciones del sistema eléctrico de I-DE. En su manual técnico MT 2.11.02 establece para instalaciones con intensidades de PaT>100 A un tiempo máximo de 0,2 segundos para despejar el defecto. En base a esto, de la tabla 1 de la ITC-RAT 13, se desprende que:

Tensión de contacto aplicada admisible (Vca)	528 V
--	-------

Aplicando estos valores a las fórmulas obtenemos los siguientes resultados:

$$Vp(\text{exterior})= 31.152 \text{ V}$$

$$Vp(\text{acceso})= 66.839 \text{ V}$$

***Comprobación de que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles según ITC-RAT-13 (Pto. 1.1)***



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

CONCEPTO	CALCULADO	CONDICIÓN	VALOR ADMISIBLE (ITC-RAT-13)
Tensión de paso exterior en terreno	1.440	$\leq$	31.152
Tensión de paso en el acceso	3.158	$\leq$	66.839

***Comprobación que la instalación de puesta a tierra diseñada satisface las condiciones exigidas de seguridad para las personas y los materiales***

1) Tensión de paso y contacto en el interior del CT.

La solera del edificio prefabricado que constituye el CT cuenta con un mallazo conectado al electrodo de PaT, por lo que constituye una superficie equipotencial y por tanto no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior ya que estas serán inexistentes o prácticamente nulas.

2) Tensión de contacto en el exterior del CT.

Las puertas y rejillas que dan al exterior del CT no tienen ningún contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no será necesario realizar ese cálculo dado que la tensión de contacto en el exterior será prácticamente nula.

3) Tensión de paso en el exterior y en el acceso al CT.

La tensión de paso en el exterior del CT ( $V_p$ ) calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor que el máximo valor admisible de la tensión de paso ( $V_p$ ) calculada según la expresión analítica de la ITC-RAT 13 (Pto 1.1).

$$1.440 \text{ V} < 31.839 \text{ V}$$



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



De igual modo, la tensión de paso en el acceso del CT ( $V_p(\text{acceso})$ ) calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor que el máximo valor admisible de la tensión de paso ( $V_p(\text{acceso})$ ) calculada según la expresión analítica de la ITC-RAT 13 (Pto 1.1).

$$3.158 \text{ V} < 66.839 \text{ V}$$

4) Protección de los materiales.

La tensión de defecto ( $V_d$ ) debe de ser menor que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial ( $V_{bt}$ ) de los equipos de baja tensión de los CT's.

$$6.450 \text{ V} < 10.000 \text{ V}$$

#### ***Corrección y ajuste del diseño inicial***

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

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

#### ***SEPARACIÓN ENTRE LA T.T. DE PROTECCIÓN Y LA T.T. DE SERVICIO***

Dado que, según los cálculos, la tensión de defecto supera los 1.000 V ( $V_d > 1.000$  V); para garantizar que el sistema de PaT de protección (TT de herrajes) no transfiera tensiones al sistema de PaT de servicio (TT de neutro), evitando así que afecten a los usuarios, se establecerá una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

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

$$D = \frac{R_o \times I_d}{2000 \times \pi} = \frac{150 \times 500}{2000 \times \pi} = 11,94 \text{ mts}$$

Además, para potenciar aún más la independencia entre ambos sistemas de puesta a tierra, la PaT de servicio (TT de neutro) se realizará con cable aislado en tubo de PVC con grado de protección IK-7 contra daños mecánicos.

#### *DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PaT DEL NEUTRO DEL TRAFO*

Tomaremos como criterio para diseñar la T.T. de servicio la condición de que la tensión de defecto (Vd) máxima que se pueda producir en el electrodo no sea superior a 24 V cuando exista un electrodo a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA (Id = 0,650 A). Por tanto, se debe verificar que:

$$V_d \leq I_d \times R_n$$

Siendo:

Vd = Tensión de defecto	24V
Id = Intensidad de defecto	0,65 A
Rn = Resistencia de PaT del neutro.	

Aplicando valores tenemos que  $R_n \leq 36,9 \Omega$

Buscamos un electrodo tipo cuyo parámetro de resistencia Kr cumpla la condición:

$$R_n \leq K_r \times p_1$$

Aplicando valores obtenemos:



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

$$K_r \leq 0,25$$

Seleccionamos un electrodo tipo que cumpla la condición de tener el parámetro de resistencia  $K_r \leq 0,25$ .

* Configuración seleccionada	5/32 (según método Unesa)
* Geometría del sistema	Picas alineadas
* Número de picas	3 uds
* Longitud de las picas	2 mts
* Separación entre picas	3 mts
* Profundidad del electrodo horizontal	0,5 mts

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- De la resistencia	$K_r = 0,135 \Omega/\Omega\text{m}$
- De la tensión de paso	$K_p = 0,0252 \text{ V}/\Omega\text{mA}$

Con estos parámetros del electrodo obtenemos los siguientes resultados:

$$R'_n = K_r \times p_1 = 0,135 \times 150 = 20,25 \Omega$$

$$V_d = I_d \times R'_n = 0,65 \times 20,25 = 13,16 < 24 \text{ V}$$

Nota: En la práctica, en el momento de realizar la instalación, se clavarán picas con el mismo criterio que el electrodo seleccionado en cantidad suficiente hasta alcanzar un valor de resistencia de tierra igual o inferior a  $10 \Omega$ .

#### CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

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

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso. En el momento de la ejecución del electrodo de PaT y antes de ser enterrado se comprobará que el valor de resistencia de puesta a tierra sea igual o inferior a 10 Ohmios.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### 4. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN (LSBT)

##### 4.1. Objeto

El objeto del proyecto es la descripción de las características técnicas y de seguridad para la instalación de las redes subterráneas de baja tensión para dotar de suministro eléctrico a un sector denominado las ERAS del término municipal de Alarcón (Cuenca), que tiene construidas en varias parcelas nave agrícola y, se prevé la construcción de más naves para diferentes usos; se redacta con el objeto de obtener la aprobación previa del proyecto por los organismos competentes y servir de base para la ejecución y verificación de la instalación.

El proyecto se redacta ajustándose a los Proyectos Tipo y a las Normas Técnicas vigentes.

La finalidad de las líneas subterráneas de baja tensión en proyecto es el suministro de energía eléctrica a diferentes parcelas ubicadas en el polígono 510 del término de Alarcón, con una previsión de potencia que se estima a continuación:

-	Polígono 510 Parcela 5113:	9,900 kW
-	Polígono 510 Parcela 5133:	9,900 kW
-	Polígono 510 Parcela 5135:	9,900 kW
-	Polígono 510 Parcela 55	9,900 kW
-	Polígono 510 Parcela 5109	9,900 kW
-	Polígono 510 Parcela 5112	9,900 kW
-	Polígono 510 Parcela 5110	9,900 kW
-	Polígono 510 Parcela 5111	9,900 kW
-	Polígono 510 Parcela 5168	<u>9,900 kW</u>

Total Previsión Inicial: 89,100 kW

Como son varias las parcelas que han solicitado suministro al ayuntamiento además de estas nueve, se estima una previsión de potencia superior a 100 kW, por lo que se proyecta un centro de transformación de 250 kVA's, para el cuál tenemos que calcular la presente línea.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

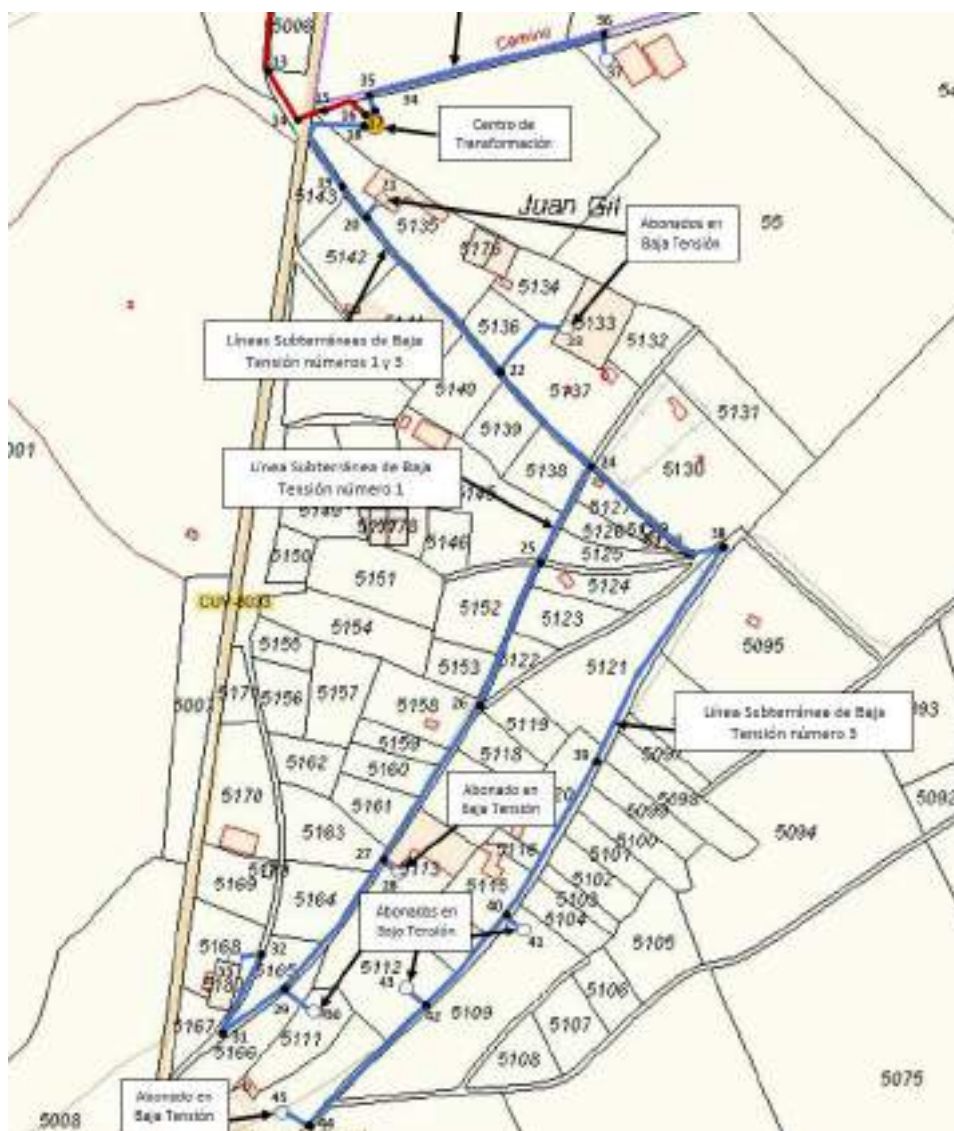
Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 4.2. Trazado de las líneas

El trazado previsto para el circuito que se proyecta unirá el Centro de Transformación proyectado en este proyecto con los abonados finales de la zona de los huertos del término municipal de Alarcón. La finalidad del proyecto es llevar el suministro eléctrico a las diferentes parcelas ubicadas en el polígono 510 del citado término municipal.

Las longitudes de las líneas serán de 750 m la línea 1, de 170 m la línea 2 y de 770 m la línea 3, y en su recorrido afecta a terrenos de dominio público y privado, todo dentro del T.M. de Alarcón. Se utilizarán conductores XZ1 (S) 0,6/1 kV en Sistema trifásico, de sección 240 mm<sup>2</sup> Al.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### 4.3. Descripción general de la instalación

Siguiendo el Manual Técnico (MT 2.51.01) para el Proyecto Tipo de i-DE Grupo Iberdrola (en adelante i-DE) se establecen y justifican todos los datos técnicos necesarios para el diseño, cálculo y construcción de esta línea subterránea de BT.

Esta Norma constituye el Proyecto Tipo Iberdrola Distribución Eléctrica, que establece y justifica todos los datos técnicos necesarios para el diseño, cálculo y construcción de las líneas subterráneas de Baja Tensión.

Este documento se aplicará a todas las nuevas instalaciones de Baja Tensión a conectar a la red de distribución de Iberdrola Distribución Eléctrica.

Está norma es de obligado cumplimiento, tanto para las obras promovidas por la Empresa, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas que vayan a ser cedidas a Iberdrola Distribución Eléctrica.

##### 4.3.1. Características de los materiales

Este capítulo se referirá a las características generales de los cables y accesorios que intervienen en el presente Proyecto.

Aquellos materiales cuyas características no queden suficientemente específicas, cumplirán con lo dispuesto en el Capítulo III. Características de los Materiales, del MT 2.03.20.

Las características principales de estas líneas son:

- |                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| ➤ Clase de corriente:                 | Alterna                            |
| ➤ Frecuencia:                         | 50 Hz                              |
| ➤ Tensión nominal de la red:          | 230 / 400 V                        |
| ➤ Tensión máxima entre fase y tierra: | 250 V                              |
| ➤ Sistema de puesta a tierra:         | Neutro unido directamente a tierra |
| ➤ Aislamiento de los cables de red:   | 0,6 / 1 kV                         |



➤ Intensidad máxima de cc trifásico: 50 kA

Este MT se utilizará como base para la redacción de proyectos concretos, cada uno de los cuales se complementará con las particularidades específicas que se describen en el Anexo.

Por otro lado, el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra en cuanto a la Autorización Administrativa, Declaración de Utilidad Pública y Aprobación del Proyecto de Ejecución, sin más requisitos que la presentación, en forma de proyecto simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente Proyecto Tipo de i-DE.

#### 4.3.2. Conductores

La sección del cable será acorde a las secciones indicadas el documento MT 2.03.20 “Normas Particulares para Instalaciones de Alta Tensión (Hasta 30 kV) y Baja Tensión” y adecuada a las necesidades de suministro, pudiéndose justificar una sección mayor a la resultante de los cálculos por previsiones de desarrollo de red o para dar continuidad a la red existente.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo XZ1, según NI 56.37.01, de las características siguientes:

CABLE TIPO:	XZ1
CONDUCTOR:	Aluminio
SECCIÓN FASE/NEUTRO:	240 / 150 mm <sup>2</sup>
TENSIÓN ASIGNADA:	0,6 / 1 kV
AISLAMIENTO:	Polietileno Reticulado
CUBIERTA:	Poliolefina (Z1)
CATEGORÍA DE RESISTENCIA AL INCENCIO:	(S) Seguridad

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup>, se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT. Además la sección de 150 mm<sup>2</sup> se utilizará como neutro de la sección de fase de 240 mm<sup>2</sup>.
- La sección de 95 mm<sup>2</sup>, se utilizará como neutro de la sección de 150 mm<sup>2</sup>, como línea de derivación de la red general y acometidas.
- La sección de 50 mm<sup>2</sup>, solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm<sup>2</sup> y acometidas individuales.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

#### 4.3.3. Cajas generales de protección y hornacinas

Las cajas generales de protección y su instalación, cumplirán con la norma NI 76.50.01. El material de la envolvente será aislante, como mínimo, de la Clase A, según UNE-EN 60085.

Tabla 1  
Tipos de CGP normalizadas, características esenciales y códigos

Designación	Circuitos fusibles			Utiliza- ción *	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño			
CGP-1-100/BOC	1	00 (BOC)	100	Exterior	7650004
CGP-3-100/BOC	3	00 (BOC)	100	Exterior	7650005
CGP-3-160/BOC	3	00 (BOC)	160	Exterior	7650006
CGP-3-250/BOC	3	1 (BOC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-3-400/BOC	3	2 (BOC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-9-250/BOC	3	1 (BOC)	250	Interior	7650013
CGP-9-400/BOC	3	2 (BOC)	400	Interior	7650014
CGP-10-250/BOC	3	1 (BOC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/BOC	3	1 (BOC)	250	Interior	7650019

\*Se entiende por "utilización para interior" aquella en que la CGP está destinada a ser instalada en un lugar protegida en su totalidad de inclemencias climáticas.

En nuestro caso, la CGP seleccionada es CGP-7-100/BUC para el suministro a los abonados finales de baja tensión.

En los casos de viviendas unifamiliares con terreno circundante, en lugar de cajas generales de protección, se instalarán cajas generales de protección y medida, las cuales podrán usarse también para seccionamiento de la red. Se ajustarán a las normas NI 42.72.00 y NI 76.50.04.

Los armarios de seccionamiento y medida o CGP, se instalarán en hornacinas, empotrados o recubiertos de obra, según tipo de instalación, y estarán preparados para que la conexión de conductores se realice mediante terminales bimetálicos y serán las normalizadas por la empresa suministradora de la energía

#### **4.3.4. Accesorios**

Los empalmes, terminaciones y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser aisladas, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Las características de los accesorios serán las establecidas en la NI 56.88.01

Los empalmes, terminaciones y derivaciones, se ejecutarán siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

#### **4.4. Potencia de cálculo asignada a la instalación**

Tomaremos como potencia de cálculo asignada al circuito la correspondiente a la potencia del transformador a instalar en el centro de transformación de la instalación, es decir 250 KVA's (212,5 kW con factor de potencia en la instalación de 0,85).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### 4.5. Trazado y canalización

El trazado proyectado para la línea 1 parte del centro de transformación (750 mts) lo hará en subterráneo por terreno de dominio público y privado en tierra, tal y como se muestra en los planos adjuntos al proyecto. En nuestro caso, la longitud total del circuito será de 750 mts; será lo más rectilíneo posible y discurrirá por zonas que no presenten inconvenientes a la hora de poder acceder a los cables por cuestiones de averías o de mantenimiento. Lo mismo ocurre con la línea 2 con una longitud de 170 mts y con la línea 3 de 770 mts de longitud.

La red de distribución de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A, no admite la instalación de cables enterrados, puesto que, en el caso de avería debido a responsabilidad de reposición del suministro en el menor tiempo posible, la canalización enterrada supone un obstáculo para la consecución de este objetivo. Por otro lado, la canalización entubada minimiza riesgos durante los trabajos necesarios para construir una línea subterránea. Excepcionalmente, se podrá admitir la instalación de cables directamente enterrados en zonas no urbanas, previa justificación por parte del proyectista y acuerdo con IBERDROLA.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo acera, procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Ninguna conexión se encontrará dentro ubicada en el interior de la tubular para ello se utilizará una arqueta.

##### 4.5.1. Instalación de los cables aislados. Canalización entubada

Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre Reglamentos de baja tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de baja y alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias además de unificar criterios con relación a construcción de líneas subterráneas se establece un criterio único de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, que no será



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena u hormigón según corresponda. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,85 m de profundidad mínima y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\phi$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En los planos y en las tablas del apartado de planos, se indican, varias formas de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de unos 0,28 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes, sobre esta capa de tierra, se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de líneas), como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de la cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

Sobre la cinta de señalización se colocará una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de unos 0,10 m de espesor. Por último, se colocará en unos 0,15 m de espesor un firme de hormigón no estructural HNE 15,0 y



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

otra de 0,12 m de espesor de reposición del pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura en total, o una capa de 0,27m tierra en el caso de reposición de jardines.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación. Las arquetas son iguales a las mencionadas en la línea de media tensión.

Se instalará un multitubo, designado como MTT 4x40, y su correspondiente soporte, según NI 52.95.20, que se utilizará cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el MT 2.33.14 “Guía de instalación de los cables óptico subterráneos”, mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en la NI 52.95.20 “Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones.

#### **4.5.2. Instalación de los cables aislados. Condiciones generales para cruces**

Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre Reglamentos de baja tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de baja y alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias además de unificar criterios con relación a construcción de líneas subterráneas se establece un criterio único de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Por este motivo, los cables se alojarán en zanjas de 1,05 m de profundidad mínima y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

de red de 160 mm  $\varnothing$ , destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo (véase en planos).

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural HNE 15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de hormigón no estructural HNE 15,0, con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y, por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra y se utilizará hormigón no estructural HNE 15,0 en las que así lo exijan.

Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de líneas), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01, a unos 0,10 m de la parte inferior del firme.

Después se colocará un firme de hormigón no estructural HNE 15,0, de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

#### **4.5.3. Instalación de los cables aislados. Cruzamientos**

Las condiciones a que deben responder los cables subterráneos de baja tensión serán las indicadas en el punto 2.2.1 de la ITC-BT-07 del Reglamento de BT.

Con el objeto de evitar incendios, daños a los cables entubados y mantener la evacuación térmica de los mismos en los cruces, los cables de fibra óptica dieléctricos no tendrán la consideración de cables de telecomunicaciones bien de cobre o bien de fibra, pero con protección metálica y se podrá introducir en el tubo junto a los cables eléctricos siempre y cuando estos últimos garanticen una resistencia al fuego según UNE-EN 60332-1-2 y UNE-EN 60332-3-24. Por lo que queda prohibido el subconductado en la canalización entubada eléctrica.

En los cruces de líneas subterráneas de BT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la ITC-BT-07 del Reglamento de Baja Tensión, pero no es nuestro caso, puesto que no existen canalizaciones de gas en la zona.

#### **4.5.4. Instalación de los cables aislados. Proximidades y paralelismos**

Las condiciones y distancias de proximidad a que deben responder de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados serán las indicadas en el punto 2.2.2 de la ITC-BT-07 del Reglamento de BT.

Cuando el operador en ambos servicios sea I-DE Distribución Eléctrica y para las obras promovidas por la Empresa, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas que vayan a ser cedidas a I-DE Distribución Eléctrica, en el manual técnico de I-DE Distribución Eléctrica, MT 5.01.01 “Proyecto tipo de redes y acometidas con presión máxima de operación hasta 5 bar”, se indican las características de las canalizaciones enterradas y entubadas, conjuntas de gas y red eléctrica de AT.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Con el objeto de evitar incendios, daños a los cables entubados y mantener la evacuación térmica de los mismos en los cruces, los cables de fibra óptica dieléctricos no tendrán la consideración de cables de telecomunicaciones bien de cobre o bien de fibra, pero con protección metálica y se podrá introducir en el tubo junto a los cables eléctricos siempre y cuando estos últimos garanticen una resistencia al fuego según UNE-EN 60332-1-2 y UNE-EN 60332-3-24. Por lo que queda prohibido el subconductado en la canalización entubada eléctrica.

Estas canalizaciones podrán incorporar de un multitubo, a solicitud de telecomunicaciones tal y como se especifica en el apartado 9.3 del manual técnico MT 2.51.01.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

#### **4.5.5. Puestas a tierra del Neutro**

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el Centro de Transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

#### **4.6. Cálculo eléctrico**

##### **4.6.1. Determinación de la sección**

La distribución se realizará en sistema trifásico a las tensiones de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Para la elección de la sección de un cable deben tenerse en cuenta, en general, cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso.

Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación.
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidades y tiempo de cortocircuito, del conductor.

Las características de los conductores en régimen permanente a título orientativo serán las siguientes:

Tabla 1  
Resistencia y reactancia

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

**Intensidades máximas admisibles.** A título orientativo se indican en la tabla siguiente:

Tabla 2  
Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura del terreno en °C 25.
- Temperatura ambiente en °C 40.
- Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W.
- Profundidad de soterramiento en m 0,7.

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la ITC- BT- 07.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad máxima admisible por el cable.
- b) Caída de tensión.

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5 %. Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumado al de la línea ya existente hasta el tramo de derivación, no supere el 5 % para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

Para la elección ente los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, deberá realizarse un estudio técnico-económico desde el punto de vista de pérdidas, por si quedara justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

a) La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado, de acuerdo con los valores de las intensidades máximas que figuran en la NI 56.31.21, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot U \cos \varphi}$$

b) La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

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

en donde:

W = Potencia en kW

U = Tensión compuesta en kV

$\Delta U$  = Caída de tensión entre fases en voltios.

I = Intensidad en amperios

L = Longitud de la línea en km

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$

$\cos \Phi$  = Factor de potencia = 0,9

Vamos a analizar y calcular cada una de las líneas que salen del C.T.

### Línea 1

W = Potencia en kW = 49,5 kW

U = Tensión compuesta en kV = 0,400 kV



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

$\Delta U$  = Caída de tensión entre fases en voltios.

I = Intensidad en amperios = 79,39 A

L = Longitud de la línea en km = 0,75 km

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$

$\cos \Phi$  = Factor de potencia = 0,9

Realizando los cálculos con los datos que tenemos obtenemos los siguientes resultados:

$$I = 79,39 \text{ A}$$

La instalación se realizará con cables unipolares de aislamiento de polietileno reticulado y conductor de aluminio, tipo XZ1 (S) 0,6 / 1 kV 3x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al, por lo tanto, de la tabla 1 obtenemos la resistencia y reactancia para un conductor de 240 mm<sup>2</sup>:

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  = 0,125  $\Omega/\text{km}$

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$  = 0,070  $\Omega/\text{km}$

$\cos \Phi$  = Factor de potencia = 0,9

$$\Delta U = 14,71 \text{ V} = 3,68 \%$$

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico W.L., teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por:

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde,  $\Delta U\%$  viene dada en % de la tensión compuesta U.

En ambos apartados, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

$$\cos \Phi = 0,9.$$

Calculando  $\Delta U$  con esta fórmula obtenemos:

$$\Delta U = 3,68 \%$$

De la tabla 2 obtenemos la intensidad máxima admisible para el conductor de 240 mm<sup>2</sup> de sección, siendo esta, para una instalación en tubular soterrada, de:

$$I_{\max} = 305 \text{ A}$$

### **Línea 2**

W = Potencia en kW = 9,90 kW

U = Tensión compuesta en kV = 0,400 kV

$\Delta U$  = Caída de tensión entre fases en voltios.

I = Intensidad en amperios = 15,88 A

L = Longitud de la línea en km = 0,17 km

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$

$\cos \Phi$  = Factor de potencia = 0,9

Realizando los cálculos con los datos que tenemos obtenemos los siguientes resultados:

$$I = 15,88 \text{ A}$$

La instalación se realizará con cables unipolares de aislamiento de polietileno reticulado y conductor de aluminio, tipo XZ1 (S) 0,6 / 1 kV 3x95 + 1x50 mm<sup>2</sup> Al, por lo tanto, de la tabla 1 obtenemos la resistencia y reactancia para un conductor de 95 mm<sup>2</sup>:

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  = 0,320  $\Omega/\text{km}$



$X = \text{Reactancia a frecuencia 50 Hz en } \Omega/\text{km} = 0,076 \Omega/\text{km}$

$\cos \Phi = \text{Factor de potencia} = 0,9$

$$\Delta U = 1,50 \text{ V} = 0,38 \%$$

De la tabla 2 obtenemos la intensidad máxima admisible para el conductor de 95 mm<sup>2</sup> de sección, siendo esta, para una instalación en tubular soterrada, de:

$$I_{\max} = 175 \text{ A}$$

### **Línea 3**

$W = \text{Potencia en kW} = 29,7 \text{ kW}$

$U = \text{Tensión compuesta en kV} = 0,400 \text{ kV}$

$\Delta U = \text{Caída de tensión entre fases en voltios.}$

$I = \text{Intensidad en amperios} = 47,63 \text{ A}$

$L = \text{Longitud de la línea en km} = 0,77 \text{ km}$

$R = \text{Resistencia del conductor en } \Omega/\text{km}$

$X = \text{Reactancia a frecuencia 50 Hz en } \Omega/\text{km}$

$\cos \Phi = \text{Factor de potencia} = 0,9$

Realizando los cálculos con los datos que tenemos obtenemos los siguientes resultados:

$$I = 47,63 \text{ A}$$

La instalación se realizará con cables unipolares de aislamiento de polietileno reticulado y conductor de aluminio, tipo XZ1 (S) 0,6 / 1 kV 3x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al, por lo tanto, de la tabla 1 obtenemos la resistencia y reactancia para un conductor de 240 mm<sup>2</sup>:

$R = \text{Resistencia del conductor en } \Omega/\text{km} = 0,125 \Omega/\text{km}$

$X = \text{Reactancia a frecuencia 50 Hz en } \Omega/\text{km} = 0,070 \Omega/\text{km}$

$\cos \Phi = \text{Factor de potencia} = 0,9$

$$\Delta U = 9,06 \text{ V} = 2,26 \%$$

De la tabla 2 obtenemos la intensidad máxima admisible para el conductor de 240 mm<sup>2</sup> de sección, siendo esta, para una instalación en tubular soterrada, de:

$$I_{\max} = 305 \text{ A}$$

#### 4.6.2. Protecciones contra sobreintensidad

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indican en los siguientes cuadros, la intensidad nominal del mismo:

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z \text{ (A)}$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

$I_f$ : corriente convencional de fusión.

$I_n$ : corriente asignada de un cartucho fusible.

$I_z$ : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20460 -5-523.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385


**VISADO**

Quando se prevea la protección de conductor por fusibles contra sobrecargas y cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente se protege y que se indica en los siguientes cuadros expresados en metros.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para tubulares soterradas						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables al aire protegidas del sol						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

 Línea no protegida contra sobrecargas

Los cálculos han sido efectuados con una impedancia a 145°C del conductor de fase y neutro.

Icc (I máxima) 5 segundos (A) según Tabla 3 UNE-EN 60269-1.

**NOTA:** Las longitudes de la tabla se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

Para nuestras líneas tubulares soterradas 1 y 3 con conductores 3 x 240 + 1 x 150 Al, podemos decir que está protegida contra cortocircuitos y sobrecargas con fusibles Gg de 250 A.

Para la línea tubular soterrada 2 con conductores 3 x 95 + 1 x 50 Al, podemos decir que está protegida contra cortocircuitos y sobrecargas con fusibles Gg de 125 A



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 5. ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS Y NIVEL DE RUIDO EN LA INSTALACIÓN PROYECTADA

### 5.1. Estudio y limitación de los campos magnéticos en la proximidad de las instalaciones

Según la ITC-RAT 14 en su apartado 4.7, en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar en el exterior a ellas, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de alta tensión se encuentran próximas a edificios de otros usos.

En nuestro caso, la instalación que se proyecta consiste en un centro de transformación en un edificio prefabricado de hormigón emplazado a la intemperie. El centro de transformación quedará emplazado en una parcela propiedad municipal donde la presencia de personas en las inmediaciones de estas instalaciones será prácticamente nula por lo que su exposición a los campos magnéticos que se pudieran producir en ellas sería remota y por tanto la repercusión despreciable o nula.

No obstante, dejando a un lado esta reflexión y para posicionarnos aún más si cabe en el lado de la seguridad, no tendremos en cuenta esta circunstancia y adoptaremos las medidas necesarias oportunas para minimizar al máximo los campos magnéticos que se puedan producir en la instalación.

La mencionada ITC-RAC 14 en su apartado 4.7 establece que los campos magnéticos producidos por una instalación eléctrica de alta tensión no deben superar el valor fijado en 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. Este R.D., en su Anexo II (Cuadro 2) establece los límites de exposición a las emisiones radiológicas:



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## CUADRO 2

*Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)*

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f$	$4 \times 10^4/f$	
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	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	6200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Según esta tabla, para una frecuencia de 50 Hz (0,050 KHz), el valor límite de exposición sería de 100 μT ( $5/f = 5/0,050\text{KHz}$ ). Comprobaremos que en las partes más críticas de nuestra instalación no se supera este valor.

### CALCULO ANALÍTICO

Estudiaremos este fenómeno en la instalación correspondiente al centro de transformación donde los efectos serían más notables. En el CT de nuestro proyecto, las partes más críticas donde se puede generar campos magnéticos serían:

- Puentes de alta tensión en su tramo de acometida a las bornas del primario del transformador.
- Puentes de baja tensión desde las bornas del secundario de transformador al cuadro de baja tensión.

NOTA: El campo electromagnético producido por los transformadores no será considerado dado su despreciable valor, debido en gran medida al eficiente diseño de fabricación al que son sometidos y a la presencia del efecto shielding o de apantallamiento.

Para el cálculo del campo magnético creado por los conductores aéreos emplearemos la siguiente expresión desarrollada de la ley de Biot-Savart que se corresponde con el campo magnético total generado en un punto “P” a una distancia “D” distinta para cada fase debido a la existencia de separaciones físicas entre ellas.

$$B_{\text{Total}} = B_R + B_S + B_T = \frac{2 \times 10^2 \times I_R}{D_{PR}} - \frac{10^2 \times I_R}{D_{PS}} - \frac{10^2 \times I_R}{D_{PT}} \quad (\mu T)$$

Donde:

BT = Inducción magnética total (μT).

BR = Inducción magnética creada por el conductor de la fase R (μT).

BS = Inducción magnética creada por el conductor de la fase S (μT).

BT = Inducción magnética creada por el conductor de la fase T (μT).

I = Intensidad de corriente que circula por el conductor (A).

D = Distancia entre el punto de medida (P) y el conductor (mm).

Consideraciones adoptadas en el cálculo.

- Suponemos un sistema trifásico equilibrado.
- Tomamos el valor de la intensidad correspondiente la potencia del transformador.
- El punto de cálculo “P” queda establecido en el exterior a 0.2 mts de la envolvente.
- Para obtener el valor del campo magnético total generado en el punto “P” se toma el valor del campo de la fase más cercana al punto de medida con el objeto de que el resultado sea el mayor posible para el campo o el más desfavorable.

#### ➤ Cálculo del campo magnético generado por la línea de AT

- I<sub>max</sub>. (trafo 250 KVA) 7,22 A (IR = IS = IT).
- Distancias de los conductores de fase al punto de cálculo “P”, considerando una separación entre fases de 350 mm en un plano horizontal.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



- DPR = 965 mm.
- DPS = 900 mm.
- DPT = 965 mm.

Aplicando estos valores a la fórmula anterior tenemos:

$$B_{\text{Total}} = \frac{2 \times 10^2 \times 7,22}{900} - \frac{10^2 \times 7,22}{965} - \frac{10^2 \times 7,22}{965} = 0,11 < 100 (\mu\text{T})$$

**Conclusión:** Con estos resultados se demuestra que los campos magnéticos generados por nuestra instalación en los puntos más críticos no superan los límites establecidos por la norma.

En la ejecución de la obra se tendrán en cuenta y se adoptarán las siguientes recomendaciones generales para minimizar al máximo los campos magnéticos en la instalación:

- Se procurará que las entradas y salidas de los cables se realicen por el suelo y éstos irán agrupados en mazos, formando ternas.
- En el caso de agrupaciones de cables de BT con varios cables por fases, se agruparán las diferentes fases en grupos RSTN. Nunca se llevarán agrupados conductores de la misma fase en paralelo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y su instalación se realizará evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de BT sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que los transformadores queden lo más alejados posibles de estos locales.
- En el caso de que por razones constructivas no se pudieran cumplir algunos de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores, como por ejemplo el apantallamiento.

Además, se exponen las siguientes indicaciones para argumentar aún más las medidas de seguridad al respecto:

- El fabricante Ormazabal, ha sometido a ensayo tipo sus equipos de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión. En dicho ensayo se comprueba que los centros de transformación fabricados por Ormazabal no se supera en ningún caso los límites establecidos en el R.D. 1066/200.

- Multitud de estudios, academias, institutos de investigación y la comunidad científica en general coinciden en que este valor límite de exposición de 100  $\mu$ T supone un amplio margen de seguridad para la salud pública. Además, existe un documento: “Recomendaciones relativas a la exposición a campos electromagnéticos” del Consejo de la Unión Europea (199/519/CE) que coincide con estos mismos valores límites de exposición.

- Las posiciones de maniobra y protección quedan concentradas en celdas blindadas (celdas de corte y aislamiento en SF6) con carcasa metálica que anula el campo eléctrico y disminuye el campo magnético.

- Los cables de AT están dotados de una malla metálica que anula el campo eléctrico y disminuye el magnético.

- También procede indicar que los niveles de campo magnético decrecen muy rápidamente con la distancia (concretamente, en relación cuadrática).

Con todo lo expuesto, consideramos que queda justificado y demostrado que la instalación del proyecto cumple sobradamente con la normativa de referencia.

## 5.2. Estudio y limitación del nivel de ruido emitido por la instalación

Según la ITC-RAT 14 en su apartado 4.8, las instalaciones de alta tensión de interior deberán ser diseñadas de forma que los índices de ruido originados por éstas medidos en el exterior de las instalaciones, se ajustarán a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

A continuación, se muestra las tablas B1 y B2 expuesta en el Anexo III del Real Decreto 1367/2007 en las que se muestran los valores límites establecidos según el tipo de área acústica en el que se encuentre la instalación eléctrica y según el uso de los locales colindantes a ella.

## **ANEXO III (Real Decreto 1367/2007)**

**Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades.**

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_{k,d}$	$L_{k,e}$	$L_{k,n}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

**Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades.**

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{k,d}$	$L_{k,e}$	$L_{k,n}$
Residencial	Zonas de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

En nuestro caso, al tratarse de un centro de transformación ubicado en un espacio abierto en un recinto industrial donde no existen edificaciones anexas que se encuentren ocupadas por humanos y teniendo en cuenta que el único elemento capaz de generar ruido sería un transformador de 250 KVA; la repercusión en cuanto a molestias producidas por el ruido generado por la instalación no sería de consideración dado el entorno en el que se encuentra ubicada. No obstante, justificaremos que la instalación que se proyecta cumple con la reglamentación mencionada.

El límite de ruido transmitido al medio ambiente según la ubicación de la instalación no debe superar unos niveles establecidos en el Real Decreto 1367/2007 mencionado. Según el artículo 5 de este R.D., las áreas acústicas se clasificarán atendiendo el uso predominante del suelo. En nuestro caso, la instalación se encuentra ubicada en un entorno industrial, por lo que sería de aplicación el apartado (b) de la tabla B1 del Anexo III: "Sectores del territorio con predominio de suelo industrial". Según esta tabla, los valores límites de niveles sonoros promedios en los periodos de día (d), tarde (e) y noche (n) serían:

**L<sub>kd</sub> → 65 dB**

**L<sub>ke</sub> → 65 dB**

**L<sub>kn</sub> → 55 dB**

La potencia acústica de un transformador de 250 KVA dada por el fabricante es:

**L<sub>WA</sub> → 50 dB(A) < Valores límite establecidos.**

Teniendo en cuenta que el transformador queda ubicado en el interior de una envolvente prefabricada de hormigón, el nivel sonoro que obtendríamos en el exterior estaría aún más por debajo de los valores límites reglamentarios. Por tanto, no será necesario establecer medidas para limitar el ruido producido por el transformador.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 6. CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto en la memoria global, así como lo desarrollado en los puntos anteriores, en los cálculos correspondientes, en los planos y presupuesto que acompañan a continuación, el Ingeniero Técnico Industrial que suscribe, considera que quedan suficientemente descritas y justificadas las instalaciones que se pretenden realizar; por lo que espera que le sea dada la preceptiva autorización por parte de los organismos y entidades competentes para su inmediata realización y puesta en servicio.

San Lorenzo de la Parrilla, marzo de 2024

**EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL**



Fdo.- Juan Diego García Simón

Colegiado Nº 25385

C.O.I.T.I. MADRID



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**PROYECTO:**

**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA  
TENSIÓN, CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Y LSBT PARA  
SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS  
EN ALARCÓN (CUENCA) Rev.2**

**REFERENCIA: 2205PRLMT**

**DOCUMENTO Nº 3:**

**ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y  
SALUD**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**SAN LORENZO DE LA PARRILLA, marzo de 2024**

## **INDICE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. OBJETO**

### **2. MEMORIA INFORMATIVA**

- 2.1. Descripción de las obras**
- 2.2. Datos del emplazamiento**

#### ***2.2.1. Ubicación***

#### ***2.2.2. Topografía del terreno***

#### ***2.2.3. Accesos a la obra***

#### ***2.2.4. Edificios colindantes***

- 2.3. Climatología del lugar**
- 2.4. Suministro eléctrico**
- 2.5. Suministro de agua**
- 2.6. Número de trabajadores**
- 2.7. Plazo de ejecución**

### **3. ALCANCE**

### **4. METODOLOGÍA**

### **5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

- 5.1. Factor de Riesgo: Manipulación y transporte de materiales**
- 5.2. Factor de Riesgo: Apertura de zanjas y excavaciones**
- 5.3. Factor de Riesgo: Canalización de líneas eléctricas**
- 5.4. Factor de Riesgo: Trabajos en centros de transformación**
- 5.5. Factor de Riesgo: Puesta en servicio en tensión**
- 5.6. Factor de Riesgo: Puesta en servicio en ausencia de tensión**
- 5.7. Factor de Riesgo: Cercanía de instalaciones de alta tensión**
- 5.8. Factor de Riesgo: Montaje de prefabricados y apareamiento**
- 5.9. Factor de Riesgo: Izado de estructuras**
- 5.10. Factor de Riesgo: Cimentaciones**

### **6. DISTANCIAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN PROXIMIDAD A INSTALACIONES ELÉCTRICAS**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



## 7. SERVICIOS SANITARIOS COMUNES

### 7.1. Primeros auxilios

### 7.2. Medicina preventiva

### 7.3. Evacuación de accidentados

### 7.4. Servicios comunes

### 7.5. Formación

## 8. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA: ACCIDENTE / INCIDENTE

## 9. CONCLUSIONES



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 1. OBJETO

El objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud es el de dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, indicando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

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

## 2. MEMORIA INFORMATIVA

### 2.1. Descripción de las obras

Como se especifica en la memoria descriptiva del presente proyecto, las obras consistirán en la ejecución de “instalación de suministro en 20KV a huertos con vano aéreo de entronque, línea subterránea de Alta Tensión, CTC de 250 KVA, líneas subterráneas de Baja Tensión y CGP para abonados en BT”.

### 2.2. Datos del emplazamiento

#### 2.2.1. Ubicación

El emplazamiento de los huertos del término municipal de Alarcón para los que se solicita el suministro eléctrico queda localizado en varias parcelas del polígono 510 perteneciente al municipio de Alarcón (Cuenca).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### **2.2.2. Topografía del terreno**

El terreno donde se realizarán las obras se caracteriza por ser una zona rustica de fácil acceso para vehículos y personas.

### **2.2.3. Accesos a la obra**

El acceso a la obra se realizará directamente desde la carretera CUV-8033.

### **2.2.4. Edificios colindantes**

La zona en la que se pretende ejecutar las obras se caracteriza por tratarse de tierras de labor. No existe ninguna edificación en las inmediaciones de la obra. Será previsible la circulación de vehículos de forma esporádica por las inmediaciones de la obra; por lo que se tendrá en cuenta esta circunstancia en el diseño de las medidas de seguridad para el personal y bienes ajenos a la obra.

## **2.3. Climatología del lugar**

Es previsible que en la zona existan inviernos muy fríos y veranos extremos. Estas condiciones no tendrán mayor incidencia, salvo las posibles heladas en los meses más crudos del invierno teniéndose previstas las medidas oportunas.

## **2.4. Suministro eléctrico**

Se prevé que el promotor o constructor general de la obra sea quién proporcione este tipo de servicio para poder hacer uso de él todos los oficios que intervengan en la obra. El suministro de energía eléctrica se realizará desde el punto enganche facilitado por la Cía. Suministradora de la energía hasta un cuadro general de obra que contará con las debidas protecciones según el REBT. Desde este cuadro se suministrarán los diferentes equipos y herramientas eléctricas. Dado el alcance de la obra, no será preceptivo establecer un suministro fijo para este servicio, por lo que, si fuera necesario, la empresa instaladora dispondrá de un grupo electrógeno para realizar los trabajos.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 2.5. Suministro de agua

Se prevé que el promotor o constructor general de la obra sea quién proporcione este tipo de servicio para poder hacer uso de él todos los oficios que intervengan en la obra. Dado el alcance de la obra y si fuera necesario, la empresa instaladora dispondrá de los medios propios para disponer de este suministro.

## 2.6. Número de trabajadores

En base a los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores en momentos puntuales pueda alcanzar la cifra de 4 operarios.

## 2.7. Plazo de ejecución

Se estima un plazo para la ejecución de las obras que rondará los 30 días laborables.

## 3. ALCANCE

El contenido del presente Estudio Básico de Seguridad y salud será de aplicación a los operarios que intervengan en la ejecución de las obras que se especifican en el proyecto al cual hace referencia este estudio.

## 4. METODOLOGÍA

A tal efecto se llevará a cabo una exhaustiva identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medias técnicas necesarias para ello.

Del mismo modo se hará una relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Tales riesgos irán agrupados por "Factores de Riesgo" asociados a las distintas



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

operaciones a realizar durante la ejecución de la obra.

## 5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las diferentes tareas a realizar durante la ejecución de una obra llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas. En un tipo de obra como a la que se hace referencia el presente estudio, tales factores de riesgo son:

- 5.1.- Manipulación y transportes de materiales.
- 5.2.- Apertura de zanjas y excavaciones.
- 5.3.- Canalización de líneas eléctricas.
- 5.4.- Trabajos en centros de transformación.
- 5.5.- Puesta en servicio en Tensión.
- 5.6.- Puesta en servicio en ausencia de tensión.
- 5.7.- Cercanía de instalaciones de alta tensión.
- 5.8.- Montaje de prefabricados y aparamenta.
- 5.9.- Izado de estructuras.
- 5.10.- Cimentaciones.

### 5.1. Factor de Riesgo: Manipulación y transporte de materiales

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra.

#### Riesgos asociados

- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Atrapamiento.
- Confinamiento.
- Condiciones ambientales y señalización.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### **Medidas preventivas**

- Inspección del estado del terreno
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Limitar la velocidad de los vehículos.
- Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, ...).
- Respetar zonas señalizadas y delimitadas.
- Exigir y mantener orden.
- Precaución en transporte de materiales.

### **Protecciones individuales a utilizar:**

- Guantes protección
- Cascos de seguridad
- Botas de seguridad

## **5.2. Factor de Riesgo: Apertura de zanjas y excavaciones**

Es el riesgo derivado de la apertura de zanjas y excavaciones tanto para las personas que están llevando a cabo la operación, como para las que se encuentran en las proximidades.

### **Riesgos asociados:**

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de Objetos
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- Choques y golpes
- Proyecciones
- Explosiones
- Contactos eléctricos
- Cortes
- Carga Física
- Atrapamiento



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### **Medidas preventivas:**

- Conocimiento de las instalaciones mediante planos.
- Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables.
- Hacer un uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja tanto si son: manuales (picos, palas, etc), mecánicas (performador neumático) ó motorizadas (vehículos)
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo
- Se debe entibar la zanja o cualquier tipo de excavación siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 metros de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo.
- No se realizarán acopios de tierras y materiales a una distancia inferior a los dos metros del borde de la zanja.
- No habrá presencia de personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Cuando la profundidad de la zanja sea igual o superior a los dos metros se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Se dispondrán de pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas sólidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas

### **Protecciones individuales a utilizar:**

- Casco y botas de seguridad.
- Botas de agua de seguridad.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Gafas de protección contra impactos.
- Protectores auditivos.

### **Protecciones colectivas a utilizar:**

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales...).
- Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



### 5.3. Factor de Riesgo: Canalización de líneas eléctricas

Es el riesgo derivado de la canalización de una línea subterránea de alta tensión, tanto para las personas que la llevan a cabo como para aquellas otras que se encuentran en las proximidades.

#### **Riesgos asociados:**

- Caída de personal al mismo nivel.
- Caída de personal a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Golpes y choques.
- Cortes.
- Sobrecarga física.
- Confinamiento y atrapamiento.

#### **Medidas preventivas:**

- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades.
- Precaución en el manejo de las bobinas y los conductores.
- Prevención en explosiones y efecto látigo: Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias. Fijación de los cables mediante abrazaderas.
- En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.

#### **Protecciones individuales a utilizar:**

- Guantes de seguridad.
- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Botas de seguridad.
- Gafas contra impactos.

#### **Protecciones colectivas a utilizar:**

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales...)



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

#### 5.4. Factor de Riesgo: Trabajos en Centros de Transformación

Es el riesgo derivado de los centros de transformación para las personas cuando se encuentran en proximidad o en el interior de los mismos, ya sea por motivos de su actividad laboral o no.

##### Riesgos asociados

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- Choques y golpes
- Proyecciones
- Contactos eléctricos
- Arco eléctrico
- Explosiones
- Incendios
- Agresión de materiales
- Ventilación
- Iluminación

##### Medidas preventivas

- Respetar la señalización y delimitación.
- Mantener las distancias de seguridad.
- Apantallar todas las partes con tensión cuando se deba acceder a distancias inferiores a las de seguridad.
- No almacenar objetos en el interior.
- Manipular y transportar los objetos alargados entre dos personas.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes:
- Mantenimiento de distancias en las instalaciones: entre elementos en tensión, estructuras metálicas.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Puesta a tierra en buen estado.
- Existencia de protección frente a sobreintensidades.
- Existencia de protección ante incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas . . .
- Prevención de incendios mediante extintores y sistemas fijos de extinción.
- Prevención de riesgo de caídas:
  - Evitar derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos...)
  - Mantener el centro ordenado y limpio.
  - Utilizar calzado antideslizante en caso de suelos resbaladizo.
  - Tapas de canaletas en buen estado y colocación.
  - Señalización y delimitación trampillas abiertas en C.T. subterráneos.
- Iluminación apropiada: Alumbrado artificial obligatorio, focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso y ventilación adecuada: entrada de aire por la parte inferior y salida por la parte superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios.
- Señalización: Puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados.
- Carteles de advertencia de peligro en caso necesario.
- Indicadores de Gálidos y cargas máximas en zonas de transporte.
- Esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio.
- Carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, Primeros auxilios).
- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra o banqueta aislante).
- Utilizar casco con barbuquejo y guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas.
- Utilizar gafas de protección cuando exista riesgo particular de accidente ocular.
- Utilizar ropa seca y llevar ropa de lluvia en caso de lluvia. Las ropas no deben de tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas.
- Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar del trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.

**Protecciones colectivas a utilizar:**

- Circuito de puesta a tierra.
- Protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos).
- Protección contra sobretensiones (autoválvulas, pararrayos).
- Protección frente a incendios (muros cortafuegos, extintores, instalaciones fijas, paredes incombustibles y fosos).
- Protección frente a contactos eléctricos (pantallas, enrejados, barreras, etc).
- Sistemas de ventilación (natural o forzada).
- Señalización y delimitación.

**5.5. Factor de Riesgo: Puesta en servicio en tensión**

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una instalación de alta tensión sin ausencia de tensión.

**Riesgos asociados**

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos
- Cortes
- Contactos eléctricos
- Arco eléctrico
- Electrocutión

**Medidas preventivas**

- Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión
- En la fecha de inicio de los trabajos:

Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.

Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

(radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.

- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:

Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de ejecución, cerciorándose de la perfecta compresión del mismo.

Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.

- Durante la realización del trabajo:

El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.

Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.

- Al finalizar los trabajos:

El jefe del trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al jefe de explotación el fin de los mismos.

El jefe de explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.

#### **Protecciones individuales a utilizar:**

- Casco.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Botas de seguridad o de trabajo.
- Casco con barbuquejo.
- Banqueta o alfombra aislante, pértiga aislante y guantes aislantes.

#### **Protecciones colectivas a utilizar:**

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).
- Detectores de ausencia de tensión.
- Equipos de puesta a tierra y en cortocircuito.
- Las propias de los trabajos a realizar.

### **5.6. Factor de Riesgo: Puesta en servicio en ausencia de tensión**

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una instalación de alta tensión en

habiéndose realizado previamente el descargo de la línea (sin tensión).

#### **Riesgos asociados**

- Caída de personas a distinto nivel
- Cortes
- Caída de objetos
- Desplomes
- Carga física
- Contactos eléctricos
- Arco eléctrico
- Electrocución

#### **Medidas preventivas**

- Las correspondientes a los trabajos en proximidad a instalaciones de A.T.:
- Apertura de los circuitos, a fin de separar todas las posibles fuentes de tensión que pudieran alimentar el cable en el cual se debe trabajar.
- Enclavamiento, en posición de apertura de los aparatos de corte y colocación de señalización en el mando de los aparatos de corte enclavados.
- Verificación de la ausencia de tensión y puesta a tierra en cortocircuito.
- Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida en los puntos de corte de la instalación en consignación o descargo, o en puntos lo más próximos posible a éstos.
  - Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los que deben colocarse la puesta a tierra y en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.
  - Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviera en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.
  - Inmediatamente después de verificada la ausencia de tensión, se procederá a la puesta a tierra y en cortocircuito de dichos puntos. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.
- Determinación de la zona protegida. La persona encargada de la consignación o descargo, mencionará explícitamente en el documento de consignación los límites de la zona



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

protegida de la canalización en consignación o descargo.

- Colocación de pantallas protectoras. Cuando por la proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes desnudas en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas.

- Comprobación de las operaciones de identificación, señalización, puesta a tierra y en cortocircuito de los cables afectados.

- Definición de la zona de trabajo.

- Localización e identificación del cable. Para la utilización de la pértiga sierra-cables o el picacables, es obligatorio la puesta a tierra de dichos elementos.

- Reposición de la tensión después del trabajo.

Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:

- En el lugar de trabajo:

- Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.

- Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.

- En el lugar de corte:

- Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.

- Cerrar circuitos.

#### **Protecciones individuales a utilizar:**

- Cinturón de seguridad.

- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.

- Botas de seguridad o de trabajo.

- Casco con barbuquejo.

- Pértigas y guantes de seguridad.

#### **Protecciones colectivas a utilizar:**

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).

- Detectores de ausencia de tensión.

- Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito.

- Las propias de los trabajos a realizar.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



### 5.7. Factor de Riesgo: Cercanía a instalaciones de alta tensión

Es el riesgo derivado de las líneas de media tensión para las personas cuando se encuentran en proximidad de estas instalaciones.

#### **Riesgos asociados:**

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- Choques y golpes
- Proyecciones
- Contactos eléctricos
- Arco eléctrico
- Explosiones
- Incendios

#### **Medidas preventivas:**

- En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad.
- Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.
- Zona de evolución de la maquinaria delimitada y señalizada.
- Estimación de distancias por exceso.
- Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.
- Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos).
- Puestas a tierra en buen estado:
- Apoyos con interruptores, seccionadores...: conexión a tierra de las carcassas y partes metálicas de los mismos.
- Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.
- Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.
- Terreno no favorable: descubrir cada nueve años.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.

- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.

- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.

- Solicitar el Permiso de Trabajos con Riesgos Especiales.

**Protecciones colectivas a utilizar:**

- Circuito de puesta a tierra.

- Protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos).

- Protección contra sobretensiones (pararrayos).

- Señalización y delimitación.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Guantes.

- Casco.

- Botas de seguridad.

**5.8. Factor de Riesgo: Montaje de prefabricados y aparamenta**

Es el riesgo derivado de los trabajos de montaje de los edificios prefabricados de hormigón, celdas de maniobra, transformadores, cuadros eléctricos, etc.

**Riesgos asociados:**

- Atrapamientos contra objetos.

- Caídas de objetos pesados.

- Esfuerzos excesivos

- Choques o golpes.

**Medidas preventivas:**

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.

- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.

- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.

- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.

- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Guantes.
- Casco.
- Botas de seguridad.

**5.9. Factor de Riesgo: Izado de estructuras**

Es el riesgo derivado del izado del apoyo, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

**Riesgos asociados:**

- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Cortes.
- Carga física.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Atrapamiento.
- Confinamiento

**Medidas preventivas:**

- Inspección del estado del terreno
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, especialmente la que corresponde al izado del apoyo.
- Extremar las precauciones durante el izado (proximidad de personas, manejo de herramientas manuales y mecánicas, etc.)

**Protecciones colectivas a utilizar:**

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales, ...).
- Bolsa portaherramientas.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Guantes de protección.
- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Botas de seguridad.

**5.10. Factor de Riesgo: Cimentaciones**

Es el riesgo derivado de la cimentación del apoyo, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

**Riesgos asociados:**

- Caída de objetos
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- Cortes
- Carga física
- Atrapamiento
- Confinamiento



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**Medidas preventivas:**

- Inspección del estado del terreno.
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, especialmente la que corresponde a la cimentación del apoyo.
- Extremar las precauciones durante la cimentación (proximidad de personas, manejo de herramientas manuales y mecánicas, etc.)

**Protecciones colectivas a utilizar:**

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales, ...).
- Bolsa portaherramientas.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Guantes de protección.
- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Botas de seguridad.

**6. DISTANCIAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN PROXIMIDAD A INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Se considerarán distancias mínimas de seguridad para los trabajos a efectuar en la proximidad de instalaciones en tensión, no protegidas, durante los cuales el trabajador entra o puede entrar en la zona de proximidad sin entrar en la zona de peligro bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

Las distancias se medirán entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte externa del operario, herramientas o elementos que pueda manipular en movimientos voluntarios o accidentales.

La distancia de seguridad es función de:

- Nivel de tensión de la instalación.
- Grado de formación del trabajador.
- Posibilidad de delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

sobrepasa durante la realización del mismo.

➤ **Zona de peligro:** o zona de trabajos en tensión es el espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que pueda efectuar el trabajador sin desplazarse.

**TABLA 1 DISTANCIAS LIMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO**

<b>TABLA 1. Distancias límite de las zonas de trabajo*</b>				
$U_n$	$D_{PEL-1}$	$D_{PEL-2}$	$D_{PROX-1}$	$D_{PROX-2}$
$\leq 1$	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

$U_n$  = Tensión nominal de la instalación ( KV ).

$D_{PEL-1}$  = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PEL-2}$  = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PROX-1}$  = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

$D_{PROX-2}$  = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal

## 7. SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES

### 7.1. Primeros auxilios

Aunque el objeto de este Estudio de Seguridad y Salud es evitar los accidentes laborales, hay que reconocer que existen causas de difícil control que pueden hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario prever la prestación de primeros auxilios para atender a los posibles accidentados, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997.

Dadas las características de la obra e instalación a efectuar, será necesario dotarlo de un botiquín de primeros auxilios por grupo de trabajo, con el fin de dar las primeras atenciones sanitarias a los posibles accidentados. En el Plan de Seguridad y Salud que elabore el contratista adjudicatario de la obra, deberá constar la ubicación, así como la dotación de dichos botiquines.

El botiquín de primeros auxilios contendrá como mínimo de los siguientes productos:

- Desinfectantes (agua oxigenada, alcohol 96º, yodo, mercurocromo)
- Antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Vendas
- Algodón hidrófilo
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos (tiritas)
- Analgésicos
- Bolsas para agua o hielo
- Termómetro
- Tijeras
- Pinzas
- Guantes desechables



## 7.2. Medicina preventiva

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como las disfunciones derivadas de los trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de toxicomanías peligrosas, se prevé que el contratista adjudicatario, en cumplimiento de la legislación vigente, realice los reconocimientos médicos previos a los trabajadores de esta obra, antes de su inicio, exigiendo también este cumplimiento al resto de empresas que sean contratadas por él.

## 7.3. Evacuación de accidentados

Cuando un operario de la empresa que realice los trabajos conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al responsable del trabajo de la empresa.

El responsable del trabajo tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Cuando el accidente o incidente motive la evacuación de una parte o la totalidad del personal de la instalación, éste actuará de acuerdo con las normas para caso de emergencia, y en su caso, seguirá las instrucciones del responsable de los trabajos y/o del responsable de la instalación.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

## 7.4. Servicios comunes

Dadas las características coyunturales de la obra e instalaciones a realizar, no será necesario dotarla de una caseta de obra para vestuarios. Si aun así, se estima necesario dotar a



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

la obra de este servicio, la caseta tendrá unas medidas aproximadas de 6.2x2.5 metros, aproximadamente por grupo de obra y por cada 14 trabajadores o fracción, el contratista adjudicatario de la obra definirá la situación y el número de casetas de obra en su Plan de Seguridad.

### 7.5. Formación

Toda persona que intervenga en la obra recibirá una formación general de seguridad.

### 8. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA: ACCIDENTE / INCIDENTE

La empresa y los operarios que realicen la obra deberán conocer los centros médicos más cercanos al lugar de trabajo y los teléfonos de emergencia para hacer uso en caso necesario. Cuando un operario de la empresa que realice los trabajos conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al responsable del trabajo de la empresa.

El responsable del trabajo tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Cuando el accidente o incidente motive la evacuación una parte o la totalidad del personal de la instalación, éste actuará de acuerdo con las normas para caso de emergencia, y en su caso, seguirá las instrucciones del responsable de los trabajos y/o del responsable de la instalación.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 9. CONCLUSIONES

El presente Estudio Básico de Seguridad precisa las normas genéricas de seguridad y salud aplicables a la obra de que trata el presente Proyecto. Identifica, a su vez, los riesgos inherentes a la ejecución de las mismas y contempla previsiones básicas e informaciones útiles para efectuar, en condiciones de seguridad y salud, las citadas obras.

Este plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por un técnico cualificado y asignado por la empresa que vaya a realizar los trabajos o por la propiedad de la obra. Este podrá proponer alternativas más seguras para la ejecución de los trabajos.

San Lorenzo de la Parrilla, marzo de 2024

**EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL**



Fdo.- Juan Diego García Simón

Colegiado Nº 25385

C.O.I.T.I. MADRID



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**PROYECTO:**

**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA  
TENSIÓN, CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Y LSBT PARA  
SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS  
EN ALARCÓN (CUENCA) Rev.2**

**REFERENCIA: 2205PRLMT**

**DOCUMENTO Nº 4:**

**PLIEGO DE CONDICIONES**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**SAN LORENZO DE LA PARRILLA, marzo de 2024**

## **INDICE PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. CONDICIONES GENERALES**

#### **1.1. OBJETO**

#### **1.2. CAMPO DE APLICACIÓN**

#### **1.3. DISPOSICIONES GENERALES**

##### **1.3.1. Condiciones facultativas legales**

##### **1.3.2. Seguridad en el trabajo**

##### **1.3.3. Seguridad pública**

#### **1.4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

##### **1.4.1. Datos de la obra**

##### **1.4.2. Replanteo de la obra**

##### **1.4.3. Mejoras y variaciones del proyecto**

##### **1.4.4. Recepción del material**

##### **1.4.5. Organización**

##### **1.4.6. Facilidades para la inspección**

##### **1.4.7. Ensayos**

##### **1.4.8. Limpieza y seguridad en las obras**

##### **1.4.9. Medios auxiliares**

##### **1.4.10. Ejecución de las obras**

##### **1.4.11. Subcontratación de las obras**

##### **1.4.12. Plazo de ejecución**

##### **1.4.13. Recepción de las obras**

##### **1.4.14. Periodos de garantía**

##### **1.4.15. Pago de las obras**

### **2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN (20 KV) Y LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN**

#### **2.1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

#### **2.2. ZANJAS**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

- 2.2.1. Zanjas en tierra
- 2.2.2. Zanjas en roca
- 2.2.3. Zanjas anormales y especiales
- 2.2.4. Rotura de pavimentos
- 2.2.5. Reposición de pavimentos
- 2.3. GALERÍAS
  - 2.3.1. Galerías visitables
  - 2.3.2. Galerías o zanjas registrables
- 2.4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES
- 2.5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECCIONES DIRECTAS A LA PARED
- 2.6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS
  - 2.6.1. Materiales
  - 2.6.2. Dimensiones y características generales de ejecución
- 2.7. TENDIDO DE CABLES
  - 2.7.1. Tendido de cables en zanja abierta
  - 2.7.2. Tendido de cables en galería o tubulares
- 2.8. MONTAJES
  - 2.8.1. Empalmes
  - 2.8.2. Botellas terminales
  - 2.8.3. Autoválvulas y seccionador
  - 2.8.4. Herrajes y conexiones
  - 2.8.5. Colocación de soportes y palomillas
- 2.9. conversiones AEREO – SUBTERRÁNEAS
- 2.10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES
- 2.11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
- 2.12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN
- 3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN
  - 3.1. OBJETO



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### **3.2. OBRA CIVIL**

#### **3.2.1. Emplazamiento**

#### **3.2.2. Excavación**

#### **3.2.3. Acondicionamiento**

#### **3.2.4. Edificio prefabricado de hormigón**

#### **3.2.5. Ventilación**

### **3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

#### **3.3.1. Aparamenta A.T.**

#### **3.3.2. Acometidas subterráneas**

#### **3.3.3. Alumbrado**

#### **3.3.4. Puestas a tierra**

### **3.4. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

### **3.5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

### **3.6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

#### **3.6.1. Prevenciones generales**

#### **3.6.2. Puesta en servicio**

#### **3.6.3. Separación de servicio**

#### **3.6.4. Mantenimiento**

### **3.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**

### **3.8. LIBRO DE ORDENES**

### **3.9. RECEPCIÓN DE LA OBRA**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



## 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 de título: “PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALARCÓN (CUENCA)”.

### 1.2. CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de la línea subterránea de alta tensión hasta 24 KV y de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

### 1.3. DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación vigente que sea de aplicación al trabajo/obra que tenga que ejecutar, la contratación de seguros obligatorios 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 según el alcance del proyecto. Igualmente deberá ser instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

#### 1.3.1. Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente pliego de condiciones, se regirán por la normativa, reglamentación y disposiciones legales que se especifican en la memoria del proyecto.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 1.3.2. Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado al cumplimiento de las medidas de seguridad en el trabajo que se exponen a continuación:

- Hacer efectivas las medidas preventivas contempladas en la evaluación de riesgos correspondiente al estudio o plan de seguridad de la obra.
- Informar a los trabajadores sobre los riesgos derivados del entorno de trabajo, instalaciones de uso común, equipos de uso común y de la concurrencia de las actividades.
- Informar a los trabajadores sobre las medidas preventivas para el control de los riesgos derivados del entorno de trabajo, instalaciones de uso común, equipos de uso común y de la concurrencia de las actividades.
- Elegir los equipos de protección individual (E.P.I.) conforme a lo dispuesto en los artículos 5 y 6 del RD 773/1997.
- Proporcionar a los trabajadores los equipos de protección individual correspondientes, según el riesgo en el puesto de trabajo.
- Tener a disposición del trabajador la información pertinente de cada equipo de protección, y deberá facilitar información en la forma de uso y mantenimiento de los equipos de protección.

El personal de la contrata está 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 está expuesto a peligros que son corregibles.

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



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

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.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

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.

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

#### **1.4.4. Recepción del material**

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.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### **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.

#### **1.4.6. Facilidades para la inspección**

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

#### **1.4.7. Ensayos**

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

#### **1.4.8. Limpieza y seguridad en las obras**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

#### **1.4.9. Medios auxiliares**

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

#### **1.4.10. Ejecución de las 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.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo; incluso 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.

#### **1.4.11. Subcontratación de las obras**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

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.

#### **1.4.12. 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 podrán ser prorrogables y el contrato así lo establece.

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  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



#### **1.4.13. Recepción de las obras**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose, si procede, 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, si procede, en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### **1.4.14. 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 si este ha sido extendido o desde la fecha de recepción de las obras.

En este periodo de garantía, el Contratista es responsable 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.

#### **1.4.15. Pago de las obras**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

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 en el presupuesto de adjudicación.

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, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

## **2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN (20 KV) Y BAJA TENSIÓN**

### **2.1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así 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, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

## 2.2. ZANJAS

### 2.2.1. Zanjas en tierra

#### 2.2.1.1. Ejecución

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

#### A. Apertura de las zanjas

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra

registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

#### **B. Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados)**

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

#### **C. Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados)**

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

#### **D. Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada)**

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### **E. Colocación de la cinta de "Atención al cable"**

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

#### **F. Tapado y apisonado de las zanjas**

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

#### **G. Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes**

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



## H. Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

### 2.2.1.2. Dimensiones y condiciones generales de ejecución

#### ➤ Zanja normal para media tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,50 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio del Supervisor de Obras o por prescripción de alguna normativa aplicable.

#### ➤ Zanja para media tensión en terreno con servicios

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

➤ Zanja con más de una banda horizontal

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla u otro elemento prescrito por normativa.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

### **2.2.2. Zanjas en roca**

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### **2.2.3. Zanjas anormales y especiales**

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

### **2.2.4. Rotura de pavimentos**

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con máquina cortadora del tipo radial.
- b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

### **2.2.5. Reposición de pavimentos**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

### 2.3. GALERÍAS

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

#### 2.3.1. Galerías visitables

- Limitación de servicios existentes

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

### **2.3.2. Galerías o zanjas registrables**

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

### **2.4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES**

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

## 2.5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 2.6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- Para el cruce de ferrocarriles.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

### 2.6.1. Materiales

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

que se trate. La superficie será lisa. Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada. Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) Agua: Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) Mezcla: La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

### **2.6.2. Dimensiones y características generales de ejecución**

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

- Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

### ***2.6.3. Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones***

- Cruzamientos

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso, se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

- Proximidades y paralelismos

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

- Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

## 2.7. TENDIDO DE CABLES

### 2.7.1. *Tendido de cables en zanja abierta*

- Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

- Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además, se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

### **2.7.2. Tendido de cables en galería o tubulares**

- Tendido de cables en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

- Tendido de cables en galería

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

## 2.8. MONTAJES

### 2.8.1. Empalmes

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

### 2.8.2. Botellas terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras,



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO

de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

### **2.8.3. Autoválvulas y seccionador**

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm<sup>2</sup> de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. Ø inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



#### **2.8.4. Herrajes y conexiones**

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

#### **2.8.5. Colocación de soportes y palomillas**

- Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

- Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

### **2.9. CONVERSIONES AEREO - SUBTERRÁNEAS**

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso, el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica.

El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

## 2.10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

## 2.11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsable de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 2.12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

## 3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN

### 3.1. OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

### 3.2. OBRA CIVIL

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

#### 3.2.1. Emplazamiento

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

### **3.2.2. Excavación**

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

### **3.2.3. Acondicionamiento**

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 3.2.4. Edificio prefabricado de hormigón

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

### **3.2.5. Ventilación**

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

### 3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 3.3.1. *Aparamenta A.T.*

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "compacto". Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF6 confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF6 resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

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

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

VISADO



alimentación auxiliar.

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

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termoretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

- Las características técnicas de las celdas serán las indicadas en la memoria del proyecto.

### **3.3.2. Acometidas subterráneas**

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

### **3.3.3. Alumbrado**

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia o led.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

### **3.3.4. Puestas a tierra**

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

#### **Condiciones de los circuitos de puesta a tierra**

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

por derivación.

- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.

- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.

- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

### 3.4. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

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

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

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

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

### 3.5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los

diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

### 3.6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

#### 3.6.1. Prevenciones generales

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta. Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### **3.6.2. Puesta en servicio**

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

### **3.6.3. Separación de servicio**

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

### **3.6.4. Mantenimiento**

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

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### 3.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

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

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

### 3.8. LIBRO DE ORDENES

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

### 3.9. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:



- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

San Lorenzo de la Parrilla, marzo de 2024

**EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL**



Fdo.- Juan Diego García Simón

Colegiado Nº 25385

C.O.I.T.I. MADRID



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**PROYECTO:**

**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA  
TENSIÓN, CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Y LSBT PARA  
SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS  
EN ALARCÓN (CUENCA) Rev.2**

**REFERENCIA: 2205PRLMT**

**DOCUMENTO Nº 5:**

**PRESUPUESTO**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**SAN LORENZO DE LA PARRILLA, marzo de 2024**

## **INDICE PRESUPUESTO**

### **1. PRESUPUESTOS PARCIALES**

**1.1. Entronque con Línea Aérea de A.T. de i-DE**

**1.2. Línea Subterránea de A.T. para alimentación de C.T.**

**1.3. Centro de Transformación Compacto de 250 KVA's**

**1.4. Líneas subterráneas de B.T. y CGP para alimentación de abonados**

**1.5. Varios**

### **2. PRESUPUESTO TOTAL**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 1. PRESUPUESTOS PARCIALES

### 1.1. Entronque con Línea Aérea de A.T. de i-DE

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	Ud	Ud. Apoyo metálico celosía C2000-12E. Apoyo metálico de celosía, de 12 m de altura y 2000 daN de esfuerzo nominal, compuesto de cabeza prismática y fuste troncopiramidal de sección cuadrada, empotrado en dado de hormigón HM-25/B/20/X0, fabricado en central, vertido desde camión, en suelo cohesivo. Incluso excavación para cimentación con medios mecánicos, transporte y descarga. Totalmente montado.			
		Total ud .....:	1,000	1.195,00	1.195,00
1.2	Ud	Ud. Cruceta plana recta. Cruceta metálica plana recta galvanizada en caliente RC2- 15/5 para apoyo de celosía; con 1,5 mts de separación entre conductores y 450 daN de esfuerzo vertical. Totalmente montada e instalada en el apoyo.			
		Total ud .....:	1,000	225,00	225,00
1.3	MI	ML. Línea Aérea Trifásica LA-56 MI de línea aérea trifásica con conductores de aluminio y alma de acero LA-56 tensado, retencionado en crucetas de apoyos.			
		Total MI .....:	10,000	1,25	12,50
1.4	Ud	Ud. Cadena aisladores para amarre IB. Cadena de aislamiento 24KV para amarre de conductores compuesta por aislador polimérico CS70YB20, grapa de amarre GA-1, rótula corta, alargadera avifauna y grilletes; montada e instalada en cruceta.			
		Total ud .....:	6,000	55,00	330,00
1.5	Ud	Ud. Herraje fijación de seccionadores cut-out. Herraje metálico galvanizado normalizado para fijación de seccionadores unipolares tipo cut-out en apoyo de celosía, totalmente instalado.			
		Total ud .....:	1,000	30,00	30,00
1.6	Ud	Ud. Autoválvula 24 kV – 10 KA. Autoválvula 24KV-10KA fijada a herraje y conexionada a línea aérea e instalación de puesta a tierra del apoyo; incluso tornillería y material de conexión.			
		Total ud .....:	3,000	81,00	243,00
1.7	Ud	Ud. Seccionador fusible Cut - Out. Seccionador unipolar corta circuitos fusible cut-out 24KV- 200A de intensidad de base fijado a herraje y conexionado a línea aérea; incluso fusible calibrado, tornillería y material de conexión.			
		Total ud .....:	3,000	86,00	288,00
1.8	Ud	Ud. Herraje posapiés. Herraje metálico galvanizado normalizado para posapiés de maniobra en apoyo de celosía, totalmente instalado.			
		Total ud .....:	1,000	25,00	25,00
1.9	Ud	Ud. Antiescalo para apoyo de celosía. Antiescalo metálico galvanizado de 2 mts de altura para apoyo de celosía, totalmente instalado.			
		Total ud .....:	1,000	49,00	49,00
1.10	Ud	Ud. TT con anillo difusor. Toma de tierra en apoyo con maniobra o CTI constituida por un anillo difusor y línea de PaT realizada con conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección y picas de Ac-Cu de 2 mts de longitud y 14,6 mm de diámetro; incluso acera perimetral de hormigón con mallazo de 30x30 electrosoldado conectado al anillo, pictería de conexión y p.p. de apertura y tapado de zanja			
		Total Ud .....:	1,000	185,00	185,00
Total presupuesto parcial nº 1 ENTRONQUE CON LÍNEA i-DE :					2.582,50



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-3906B

JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 1.2. Línea Subterránea de A.T. para alimentación a C.T.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	MI	MI. Canaliz. subt. 1T 160mm en tierra MI de apertura y tapado de zanja con medios mecánicos en tierra de dimensiones 1,15x0,4 mts (alto x ancho) para canalización eléctrica. Acondicionamiento e instalación de 1 tubo corrugado de PE con pared interior lisa y D=160 mm en asiento de arena hasta 10 cms por encima de la generatriz superior y cinta de señalización en todo el trazado; incluso compactación de las tierras, reposición del firme según estado inicial.			
		Total MI .....	629,000	3,45	2.170,05
2.2	MI	MI. Canaliz. subt. Cruce camino 3T 160mm en tierra MI de apertura y tapado de zanja con medios mecánicos en tierra de dimensiones 1,15x0,4 mts (alto x ancho) para canalización eléctrica. Acondicionamiento e instalación de tubos corrugado de PE con pared interior lisa y D=160 mm en asiento de hormigón HM-20 hasta 10cms por encima de la generatriz superior y cinta de señalización en todo el trazado; incluso compactación de las tierras, reposición del firme según estado inicial.			
		Total MI .....	10,000	15,60	156,00
2.3	MI	MI. Canaliz. subt. Cruce carretera 3T 160mm en tierra MI de apertura y tapado de zanja con medios mecánicos en tierra de dimensiones 1,15x0,4 mts (alto x ancho) para canalización eléctrica. Acondicionamiento e instalación de tubos corrugado de PE con pared interior lisa y D=160 mm en asiento de hormigón HM-20 hasta 10cms por encima de la generatriz superior y cinta de señalización en todo el trazado; incluso compactación de las tierras, reposición del firme según estado inicial.			
		Total MI .....	10,000	62,25	622,50
2.4	Ud	Ud. Arqueta prefabricada de hormigón. Arqueta prefabricada de hormigón, sin fondo, de 81,5x90,5x80 cm de medidas interiores y 8 cm de espesor de pared, boca de acceso de 53,5x62,5 cm, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado, de 64x74x5 cm, clase B-125 según UNE-EN 124, para líneas subterráneas de alta tensión. El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.			
		Total ud .....	8,000	109,90	879,20
2.5	MI	MI. Línea subterránea de 20 kV en canalización entubada bajo acera formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, HEPRZ1, de 240 mm² de sección; tubo protector de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.			
		Total MI .....	609,000	89,35	54.414,15
2.6	Ud	Ud. Terminal acodado enchufable. Terminal acodado enchufable 12/20 KV tipo borna para interior homologado por I-DE para cable 12/20KV HEPRZ1 con conductor de aluminio y sección 240 mm².			
		Total ud .....	3,000	96,50	289,50
2.7	Ud	Ud. Terminación exterior tipo cono. Terminación elástica de interior tipo cono para cable unipolar 12/20 KV HEPRZ1 con conductor de aluminio de sección 240 mm²; incluso conexionado.			
		Total ud .....	3,000	72,10	216,30



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

2.8	Ud	Ud. Empalmes unipolares 12/20 KV. Juego de empalmes unipolares homologado por Iberdrola para cable seco 12/20 KV HEPRZ1 con conductor de aluminio de 240 mm2 de sección totalmente confeccionado.				
			Total ud .....	2,000	330,00	660,00
			Total presupuesto parcial nº 2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE A.T. :			59.407,70



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 1.3. Centro de Transformación Compacto de 250 KVA's

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	Ud	<p>Ud. Edif. Prefabricado de hormigón PFU3.</p> <p>Centro de Transformación Prefabricado Telegestionado tipo, kiosko, de instalación en superficie bajo poste y maniobra exterior, modelo CTC, de dimensiones exteriores aproximadas 1330 mm de largo por 2170 mm de fondo por 1600 mm de altura vista. Incluyendo los Servicios de Trámites y documentación con IB así como de Medición de cobertura e informe de Viabilidad. Incluyendo transporte, obra civil (acera perimetral incluida) e instalación.</p> <p>Conteniendo en su interior:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Transformador trifásico de distribución, 50 Hz para instalación en interior o exterior (s/ IEC 60076-1), hermético de llenado integral. Refrigeración natural en aceite mineral (s/ IEC60296). 250 kVA - 20kV/B2 Norma IB.</li> <li>-Armario de Telegestión IB tipo ATG-I-1BT-GPRS</li> <li>-Interconexión comunicaciones y potencia</li> <li>-Antena GPRS-OMNII</li> <li>-Señal de peligro y cartel de 1º auxilios</li> <li>-Bandeja portadocumentos</li> <li>-Soporte de cables de M.T.</li> <li>-Tierras interiores</li> <li>-CBT 3 salidas</li> <li>-Interconexión B.T.</li> </ul>			
		Total ud .....:	1,000	12.750,00	12.750,00
3.2	Ud	<p>Ud. Instalación TT de herrajes.</p> <p>Toma de tierra de herrajes (enterrada y vista en el interior del centro) según planos realizada con conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección picas de acero cobrizado de 2 mts de longitud y 14,6 mm de diámetro, caja de comprobación con pletina, conectores de presión por cuña, conectores de compresión, terminales, soldadura aluminotérmica, piecería de latón, conexión de masa metálicas, etc; todo instalado y conexionado.</p>			
		Total ud .....:	1,000	325,00	325,00
3.3	Ud	<p>Ud. Instalación TT del neutro del trafo.</p> <p>Instalación de toma de tierra del neutro del transformador según planos, realizada con conductor de cobre aislado 0,6/1 KV y Cu desnudo de 50 mm2 de sección con picas de Cu-Ac de 2 mts de longitud y 14,6 mm de diámetro, incluso unión de estos elementos con conectores de presión por cuña, conectores de compresión, terminales, soldadura aluminotérmica, piecería de latón, caja de comprobación con pletina seccionable, etc; todo instalado y conexionado. (se estima una longitud de cable aislado de 15 mts protegido con tubo de PVC D=32 mm y IK-7).</p>			
		Total ud .....:	1,000	265,00	265,00
Total presupuesto parcial nº 3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:					13.340,00



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

#### 1.4. Línea Subterránea de B.T. y CGP para alimentación a abonados

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	MI	MI. Canaliz. subt. 1T 160mm en tierra MI de apertura y tapado de zanja con medios mecánicos en tierra de dimensiones 1,15x0,4 mts (alto x ancho) para canalización eléctrica. Acondicionamiento e instalación de 1 tubo corrugado de PE con pared interior lisa y D=160 mm en asiento de arena hasta 10 cms por encima de la generatriz superior y cinta de señalización en todo el trazado; incluso compactación de las tierras, reposición del firme según estado inicial.			
		Total MI .....	992,000	3,45	3.422,40
4.2	MI	MI. Canaliz. subt. 2T 160mm en tierra MI de apertura y tapado de zanja con medios mecánicos en tierra de dimensiones 1,15x0,4 mts (alto x ancho) para canalización eléctrica. Acondicionamiento e instalación de 2 tubos corrugados de PE con pared interior lisa y D=160 mm en asiento de arena hasta 10 cms por encima de la generatriz superior y cinta de señalización en todo el trazado; incluso compactación de las tierras, reposición del firme según estado inicial.			
		Total MI .....	237,000	4,62	1.094,94
4.3	MI	MI. Canaliz. subt. 3T 160mm en tierra MI de apertura y tapado de zanja con medios mecánicos en tierra de dimensiones 1,15x0,4 mts (alto x ancho) para canalización eléctrica. Acondicionamiento e instalación de 3 tubos corrugados de PE con pared interior lisa y D=160 mm en asiento de arena hasta 10 cms por encima de la generatriz superior y cinta de señalización en todo el trazado; incluso compactación de las tierras, reposición del firme según estado inicial.			
		Total MI .....	30,000	5,79	173,70
4.4	MI	MI. Canaliz. subt. Cruce camino 3T 160mm en tierra MI de apertura y tapado de zanja con medios mecánicos en tierra de dimensiones 1,15x0,4 mts (alto x ancho) para canalización eléctrica. Acondicionamiento e instalación de tubos corrugado de PE con pared interior lisa y D=160 mm en asiento de hormigón HM-20 hasta 10cms por encima de la generatriz superior y cinta de señalización en todo el trazado; incluso compactación de las tierras, reposición del firme según estado inicial.			
		Total MI .....	55,000	15,60	858,00
4.5	Ud	Ud. Arqueta prefabricada de hormigón. Arqueta prefabricada de hormigón, sin fondo, de 81,5x90,5x80 cm de medidas interiores y 8 cm de espesor de pared, boca de acceso de 53,5x62,5 cm, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado, de 64x74x5 cm, clase B-125 según UNE-EN 124, para líneas subterráneas de alta tensión. El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.			
		Total ud .....	26,000	189,90	4.937,40
4.6	MI	MI. Línea subterránea de BT en canalización entubada bajo acera formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, XZ1, de 240 mm² de sección más 1 cable unipolar, con conductor de aluminio, XZ1, de 150 mm² de sección para el neutro; tubo protector de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.			
		Total MI .....	1.406,000	28,49	40.056,94



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



4.7	MI	MI. Línea subterránea de BT en canalización entubada bajo acera formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, XZ1, de 95 mm <sup>2</sup> de sección más 1 cable unipolar, con conductor de aluminio, XZ1, de 50 mm <sup>2</sup> de sección para el neutro; tubo protector de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.			
		Total MI .....	165,000	9,95	1.641,75
4.8	MI	MI. Acometida enterrada formada por cables unipolares con conductores de aluminio, AL RZ1 (AS) 5G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 75 mm de diámetro..			
		Total MI .....	105,000	14,69	1.542,45
4.5	Ud	Ud. Caja General de Protección y Medida. Caja de protección y medida CGP-7-100/BUC, de hasta 100 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en hornacina de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local. Caja de protección y medida CGP-7-100/BUC, de hasta 100 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK09 según UNE-EN 50102.			
		Total ud .....	9,000	510,45	4.594,05
Total presupuesto parcial nº 4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE A.T. :					58.321,63



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

### 1.5. Varios

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	Pa	Partida Alzada a justificar en materia de Seguridad y Salud, incluso equipos de protección individual y colectiva, botiquín y señalización durante las obras.			
		Total PA .....:	1,000	848,17	848,17
		Total presupuesto parcial nº 5 VARIOS :			848,17



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

## 2. PRESUPUESTO TOTAL

El presupuesto total de esta instalación es el que a continuación se detalla:

PARTIDAS	TOTAL
1.1. Entronque con línea aérea de A.T. de i-DE	2.582,50 €
1.2. Línea Subterránea de A.T.	59.407,70 €
1.3. Centro de Transformación Compacto de 250 KVA's	13.340,00 €
1.4. Línea Subterránea de B.T.	58.321,63 €
1.5. Varios	848,17 €
<b>TOTAL</b>	<b>134.500,00 €</b>
<b>IVA (21%)</b>	<b>28.245,00 €</b>
<b>TOTAL IVA INCLUIDO</b>	<b>162.745,00 €</b>

El presente presupuesto asciende a un total de: CIENTO TREINTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS EUROS MÁS IVA (134.500,00 € + IVA).

San Lorenzo de la Parrilla, marzo de 2024

**EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL**



Fdo.- Juan Diego García Simón

Colegiado Nº 25385

C.O.I.T.I. MADRID



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**PROYECTO:**

**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA  
TENSIÓN, CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Y LSBT PARA  
SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS  
EN ALARCÓN (CUENCA) Rev.2**

**REFERENCIA: 2205PRLMT**

**DOCUMENTO Nº 6:**

**PLANOS**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**

**SAN LORENZO DE LA PARRILLA, marzo de 2024**

### **INDICE DE PLANOS**

**PLANO Nº 01: EMPLAZAMIENTO**

**PLANO Nº 02: SITUACIÓN ENTRONQUE, LSAT, CTC, LSBT Y CGP**

**PLANO Nº 03: EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOBRE EL TERRENO.  
ENTRONQUE, LSAT Y CTC**

**PLANO Nº 04: EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOBRE EL TERRENO. CTC,  
LSBT Y CGP**

**PLANO Nº 05: ENTRONQUE CON LÍNEA AÉREA DE A.T. DE i-DE. Apoyo que  
sustituye al número 8337 de la compañía**

**PLANO Nº 06: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO 250 KVA's**

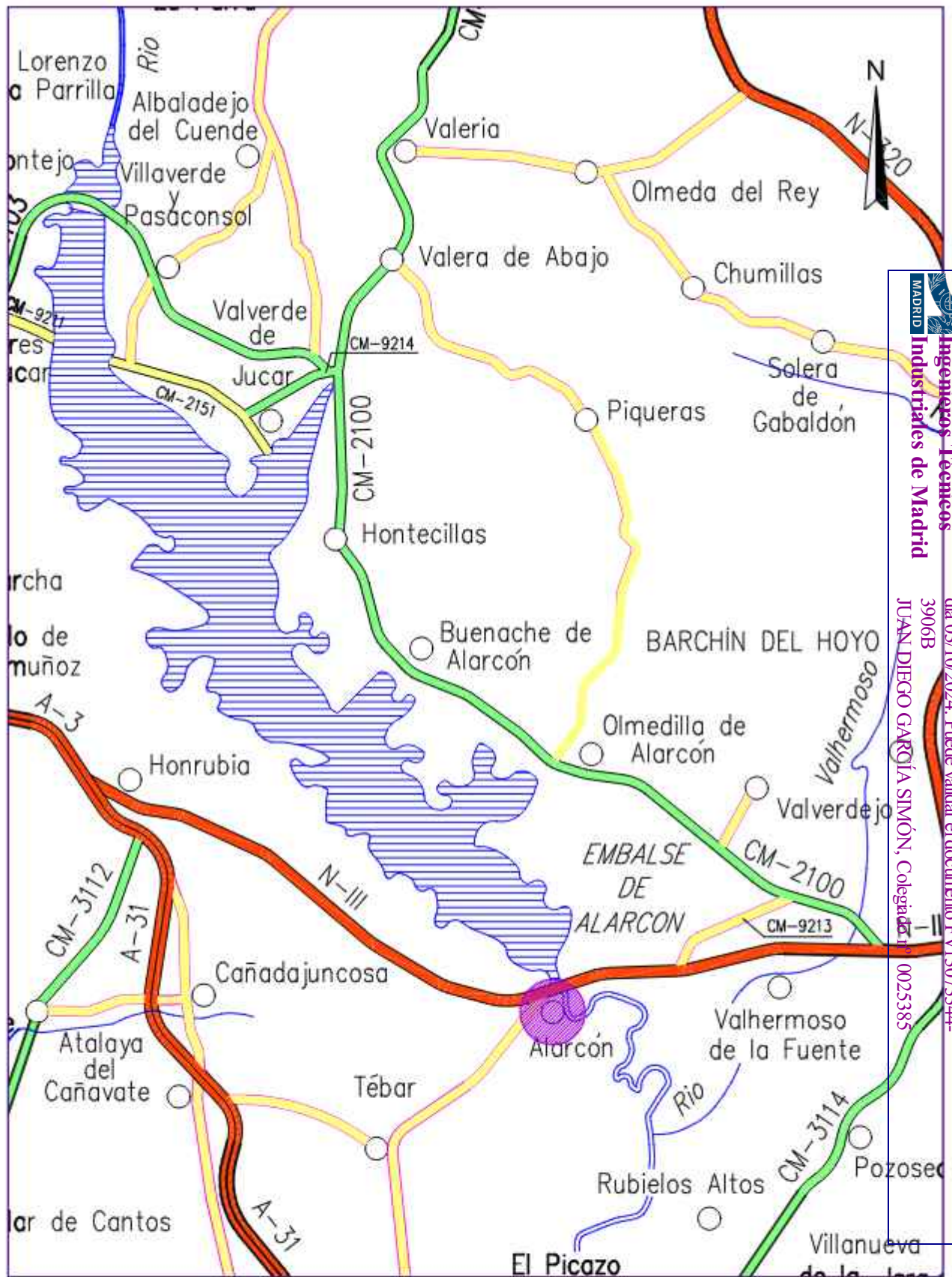
**PLANO Nº 07: ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN**



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el  
día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-  
3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2310604/02-R1 el día 03/10/2024. Puede validar el documento FV13073344-3906B  
JUAN DIEGO GARCÍA SIMÓN, Colegiado nº 0025385

**VISADO**



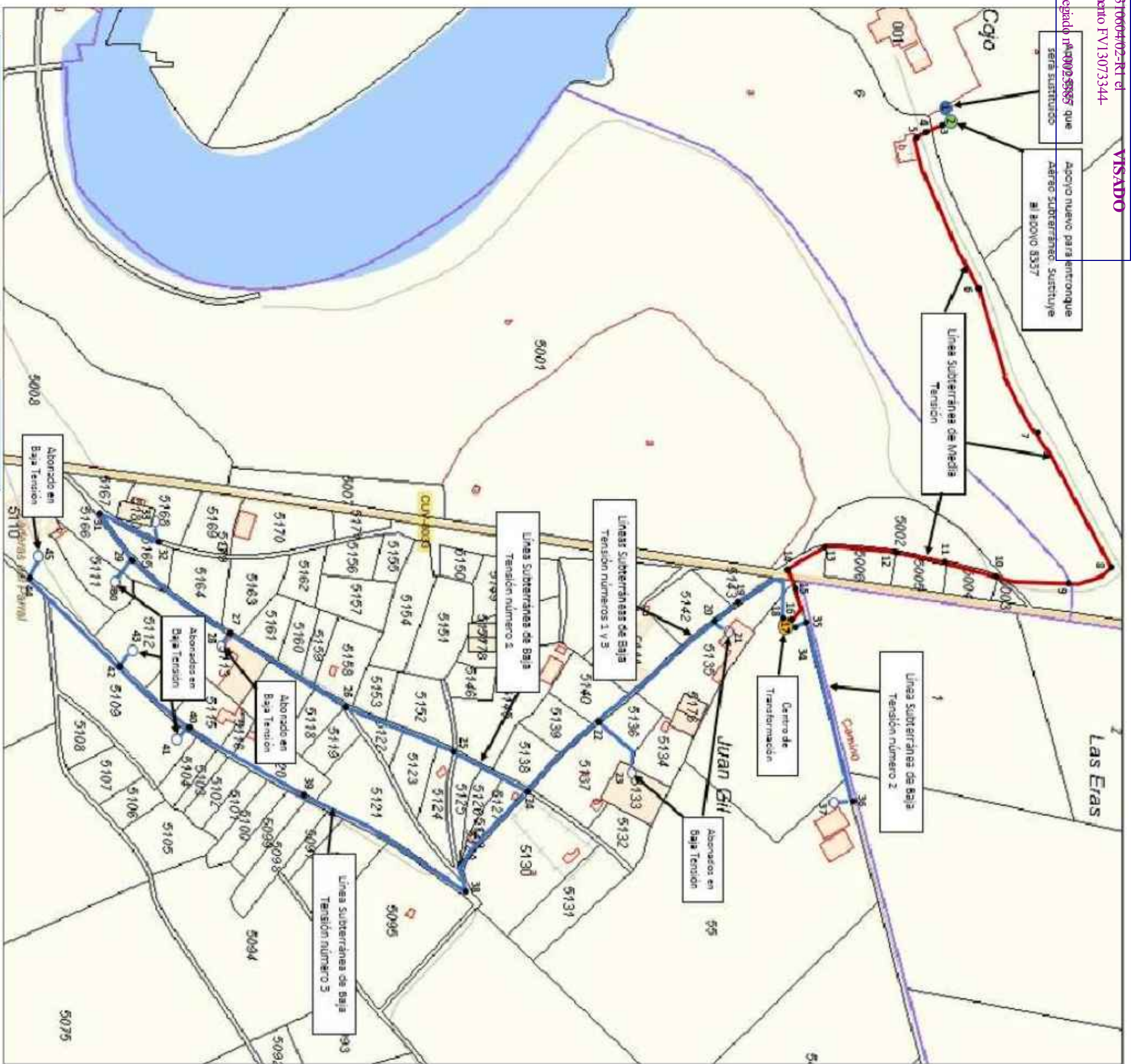
C/Leopoldo Pardo, 7  
18770 San Lázaro de la Peña - Cuenca  
Tfno. 099 390 674 Fax 909 296 032

PROYECTO	LINEA SUBTERRÁNEA DE M.T. Y O.T. PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A ERAS
TITULAR	AYUNTAMIENTO DE ALARCÓN
SITUACIÓN	POLÍGONO 510 (CARRETERA CUV-8033) ALARCÓN - CUENCA
PLANO	EMPLAZAMIENTO (Rev. 2)

ESCALA	S/E
FECHA	Marzo de 2024
REF.	2205PRM1T
Nº PLANO	01

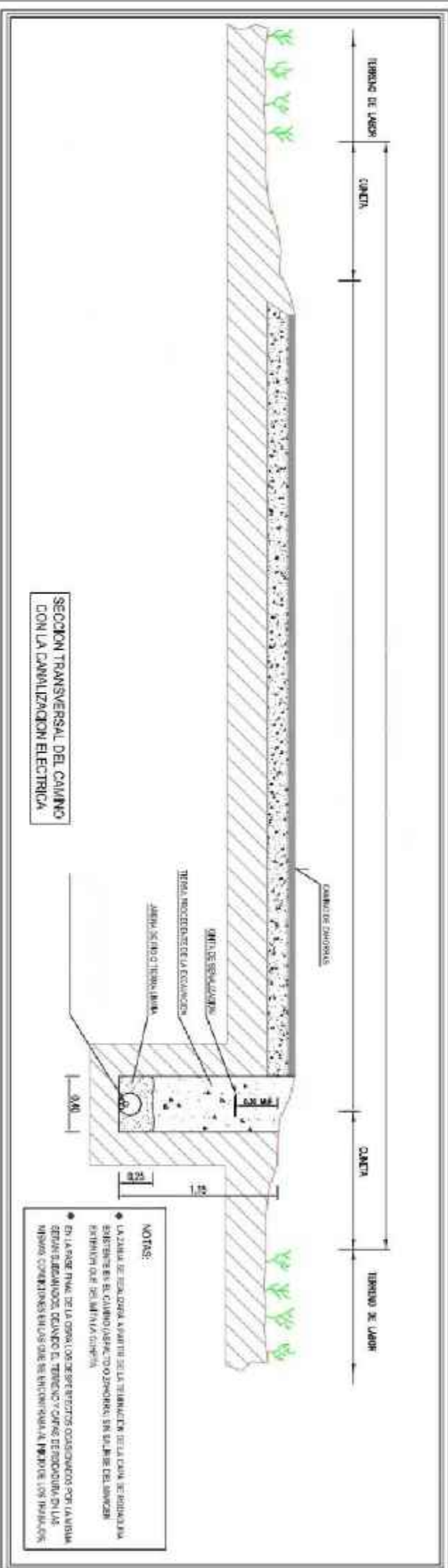
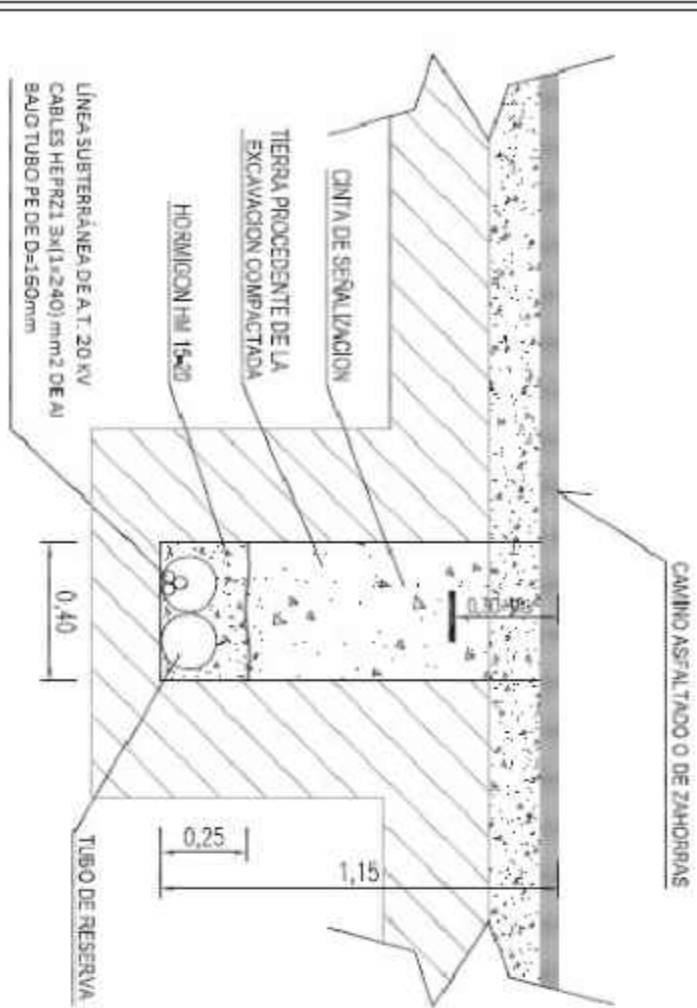
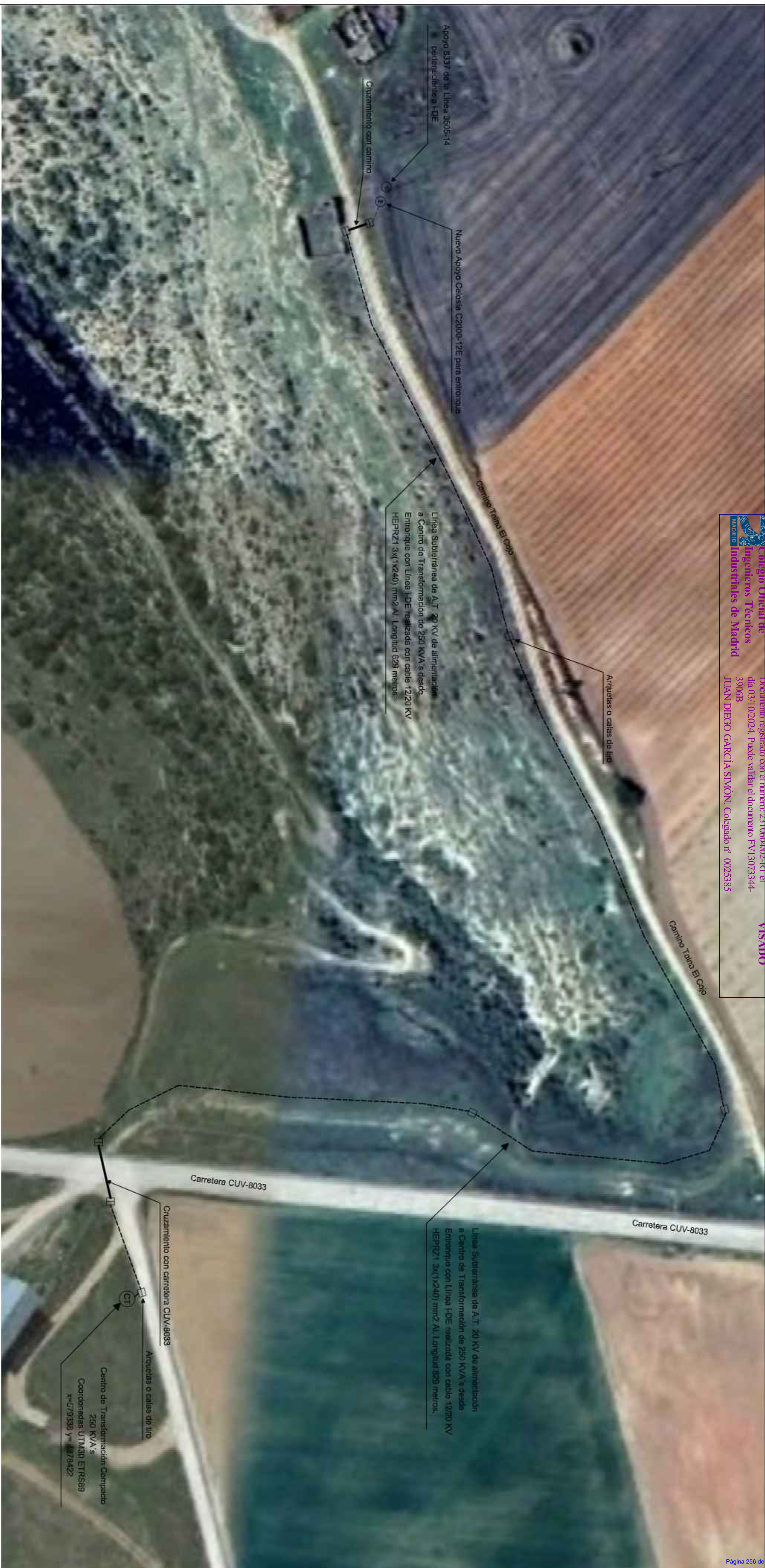
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Fdo. Juan Diego García Simón








 <p><b>sleider</b> Ingeniería y Servicios</p>		<p>GRACIEMAR PÉREZ, 7 14770 El río de la Piedad - Querétaro Tels. 069 504 574 Fax. 069 506 972</p>	
PROYECTO	LINEA SUPERFÁBRICA DE M.T. C.T. PARA SISTEMAS ELECTRÓNICOS AEROS	ENTREGA	SSE
TÍTULOS	AVANTAMIENTO DE ALARCON	FECHA	Mayo de 2024
ESTUDIOS	POLICION 510 (CARRETERA OLIV-6033) ALARCON - QUENCA	REF.	2205PLANT
PLANOS	SITUACIÓN ENTORQUE, L.S.A.T., C.T. Y L.S.B.T. (Pág. 2)	IN PLANO	02
<p>EL INGENIERO TECNICO INGENIERO</p> 		<p>Fdo. Juan Carlos Simon Simon</p>	



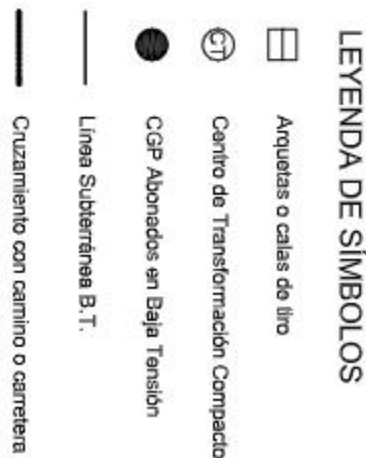
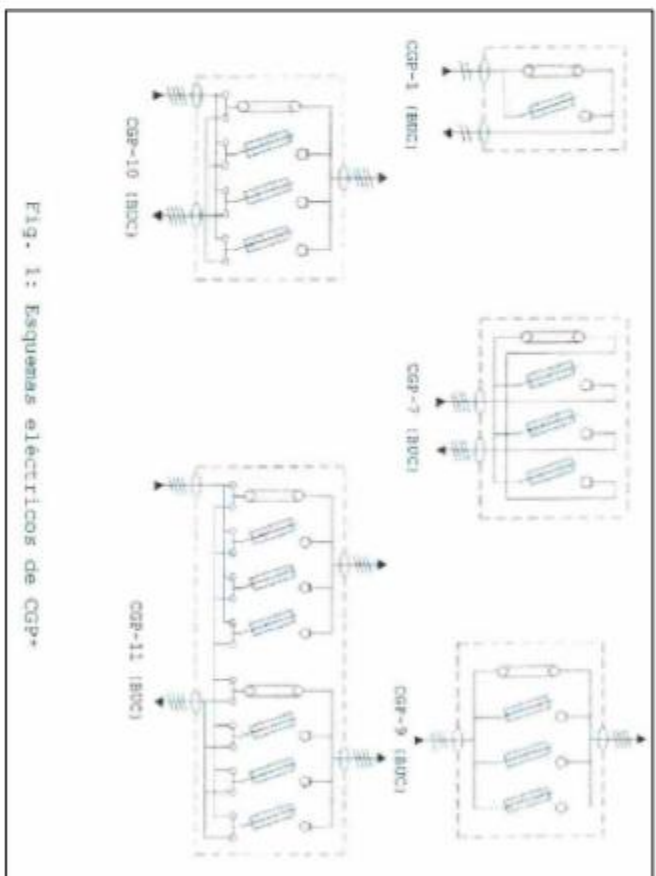
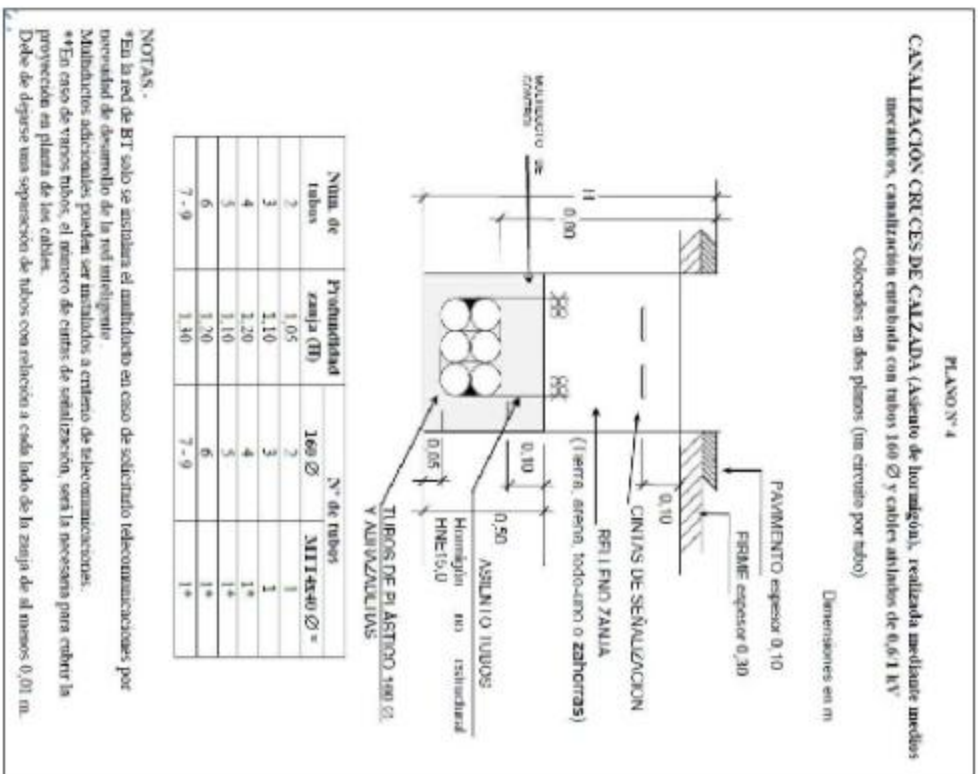
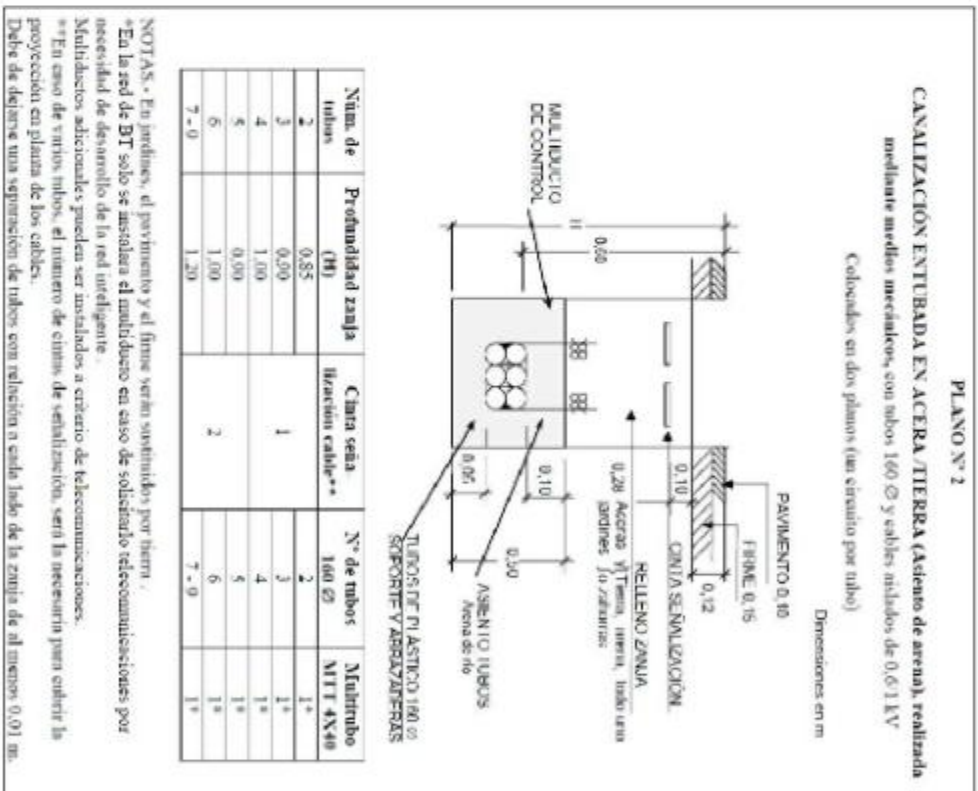
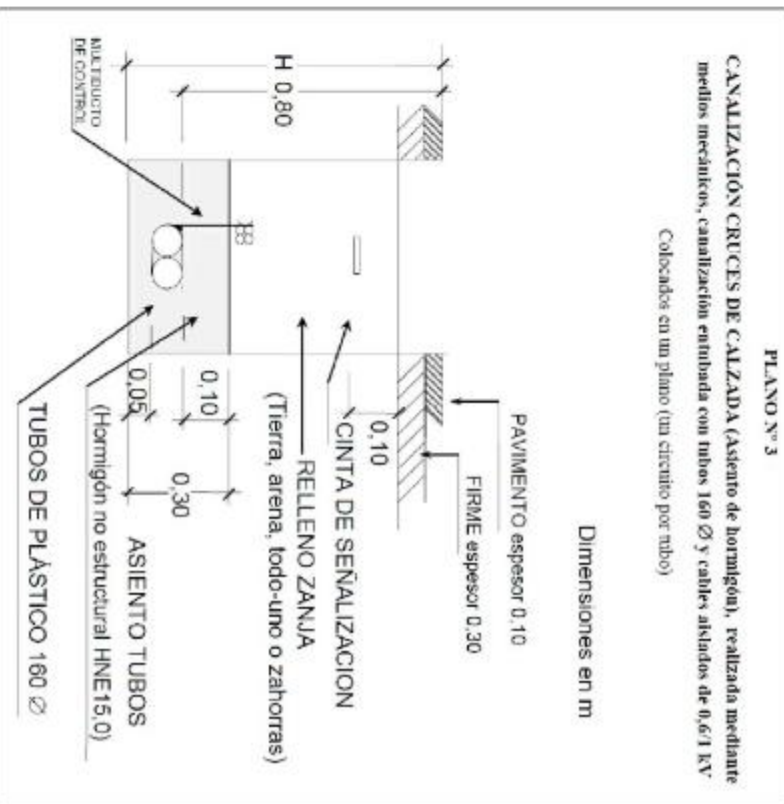
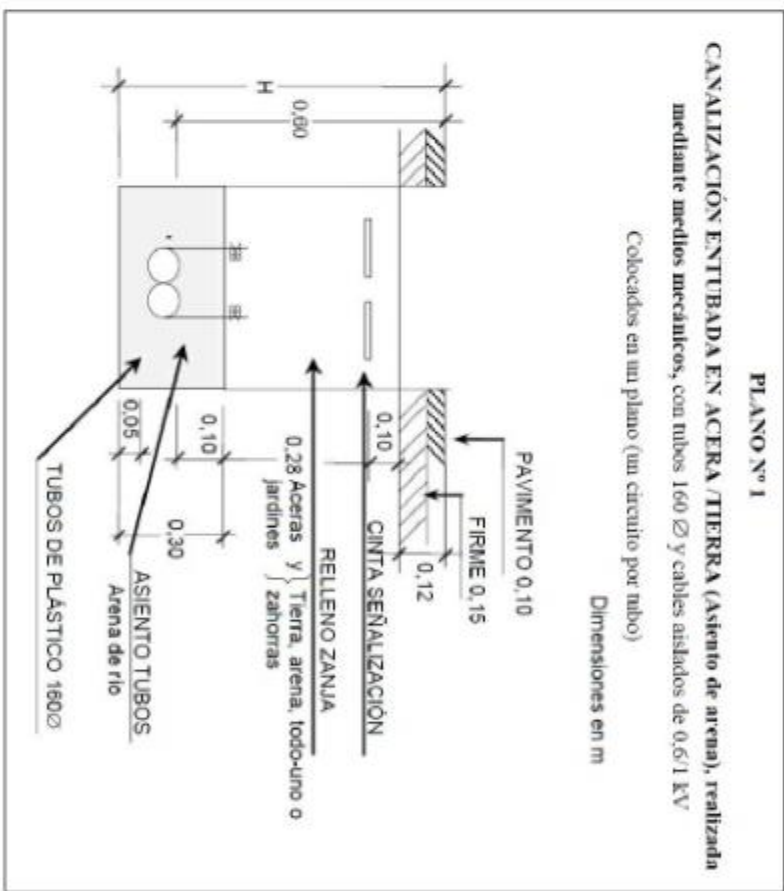


## LEYENDA DE SÍMBOLOS

	Arquetas o calas de tiro
①	Apoyo existente N° 8337 (Línea I+DE 3505-14)
②	Nuevo Apoyo para entronque Calosita C2000-12E
	Línea Subterránea A.T. 20KV
	Cruzamiento con camino o carretera
③	Centro de Transformación Compacto

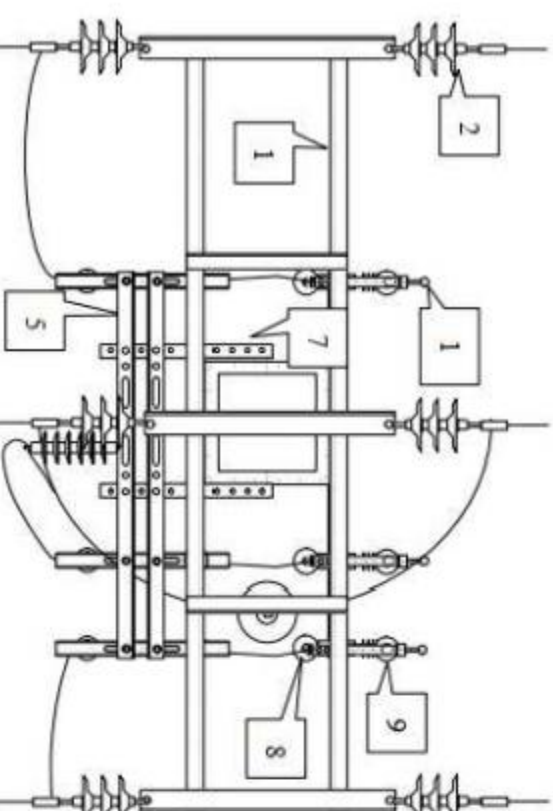
 <p>Inglaterra y Servicios</p> <p>Colombio, Pkwy. 7 18720 E. Ave. de la Serpiente, Churros Tel: 0609 016 916 Fax: 0609 356 917</p>		<p>PROYECTO: LINEA SUBTRANSMISION DE M.T. Y C.T. PARA SUMINISTRO ELECTRICIDAD A ERAS</p>			
<p>TITULAR:</p> <p>AYUNTAMIENTO DE ALARCÓN</p>		<p>ESTADIA</p> <p>SE</p>		<p>EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL</p>	
<p>SITUACION:</p> <p>POLIGONO 510 (CARRETERA GV-6035) ALARCÓN - CUENCA</p>		<p>FECHA:</p> <p>Mayo 09 2024</p>		<p>220G/PLANT</p>	
<p>USO:</p> <p>EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACION SOBRE EL TERRENO ENTORNADO LSTAY C.T. (Pkw. 2)</p>		<p>1º PLANO</p>		<p>03</p>	
<p>Fdo. Juan Carlos Lopez Serrano</p>					



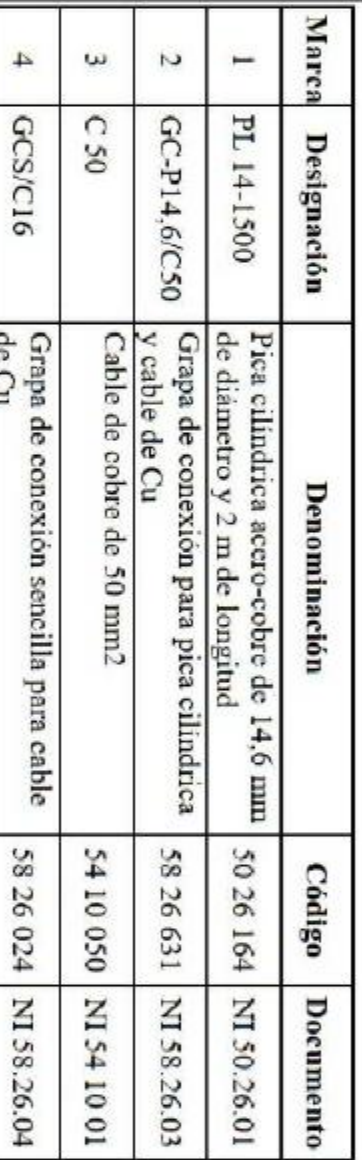


 <p><b>sleeder</b> Ingeniería y Servicios</p> <p>Oficina: P.O. Box 7 18770 E. Leno, 4th St. Surridge, Oregon Phone: 609-298-0747 Fax: 609-298-9372</p>		<p>PROYECTO: LINEA SUSPENDIDA DE MT Y C.T. PARA SUMINISTRO ELECTRODIA A ERAS</p>	
<p>TITULAR: AYUNTAMIENTO DE ALARCÓN</p>		<p>ESTADIA: SE</p>	
<p>SITUACIÓN: POLIGONO 510 (CARRETERA OLV-5035) ALARCÓN - CUENCA</p>		<p>FECHA: Marzo de 2024</p>	
<p>DESCRIPCIÓN: EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOBRE EL TERRENO OT. LISTO Y COP (PBR. 2)</p>		<p>REF: 2200PLT.MT</p>	
<p>FECHA: 04</p>		<p>EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL</p> 	
<p>Firma: Juan Diego Sandoval Sandoval</p>			



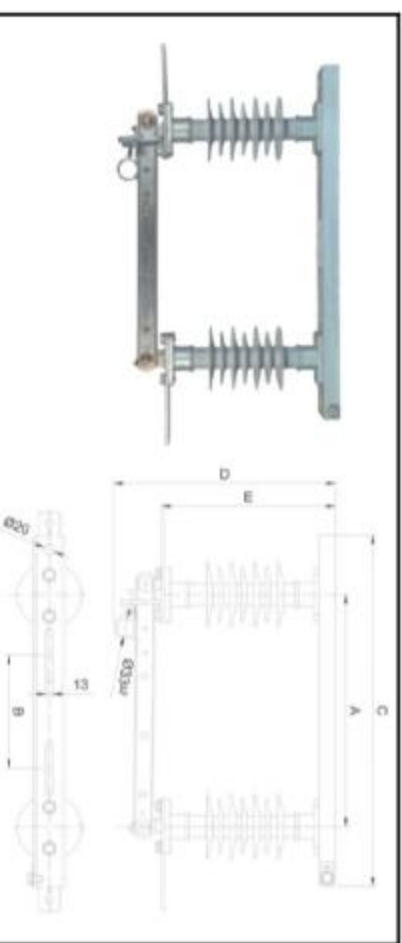
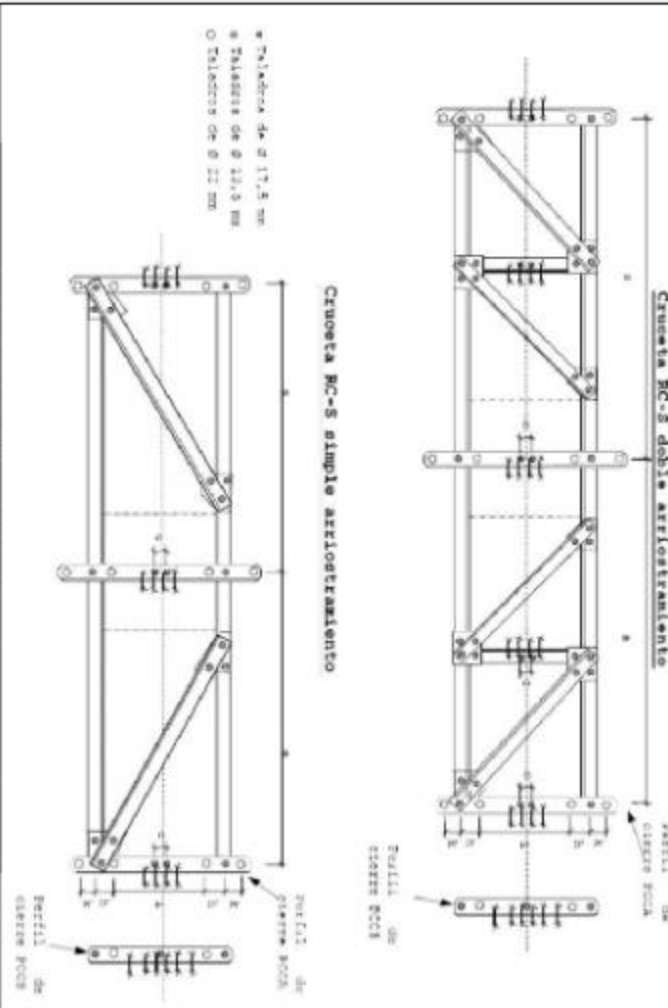


Marcas	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	1	Cruceta Recta	RC-S	Ni 52.31.02
2	6	Cadena de amarre	CA	Ni 48.08.01
3	1	Cadena de suspensión	CS	Ni 48.08.01
4	1	Aislador de apoyo	U70PP	Ni 48.08.01
5	3	Armadura L-70.7-2040	L-70.7-2040	Ni 52.30.24
6	3	Chapa CH-8-300	CH-8-300	Ni 52.30.24
7	2	Ángula L-60.5-700	L-60.5-700	Ni 52.30.24
8	3	Terminación cable subterráneo	TES/24	Ni 56.80.02
9	3	Pasavientos	POM-P	Ni 75.30.02
10	3	Seccionador unipolar línea aérea	SEL-A U24	Ni 74.51.01
11	3	Punto fijo de puesta a tierra	PPPT	Ni 52.30.24
12	1	Pieza L-70-6-70	L-70-6-70	Ni 52.30.24
13	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tomillaría, piezas de conexión		



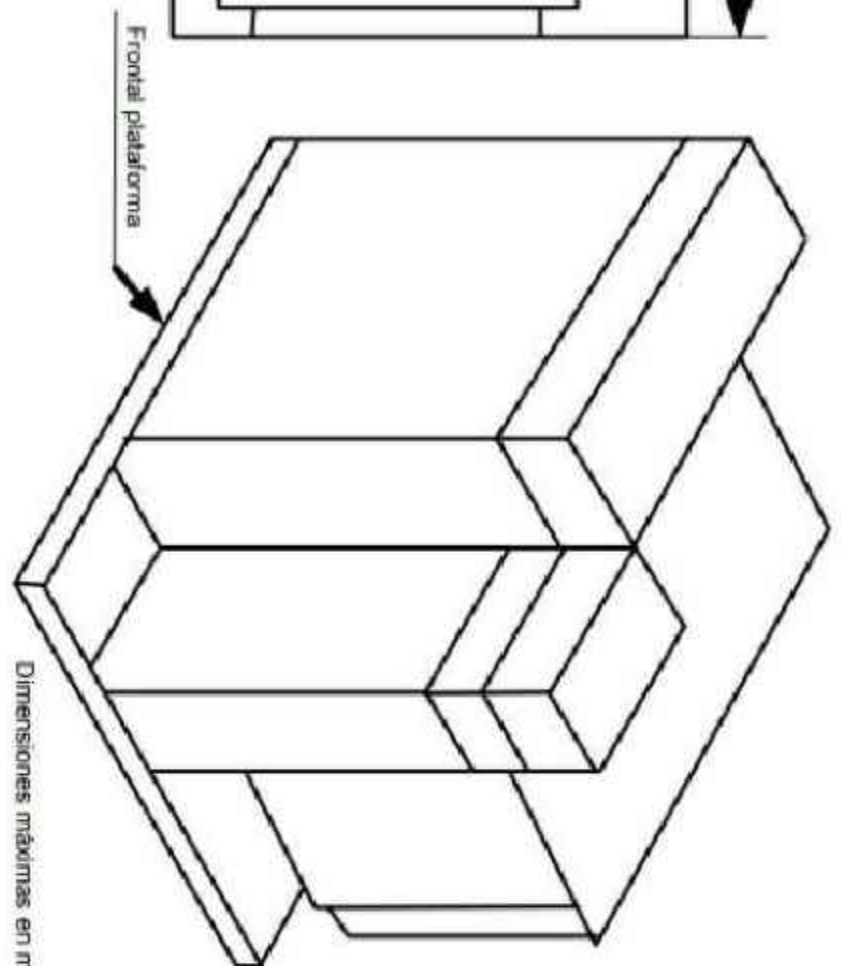
Actores de campo				Clientes de Internet			
Designación	H	h	Peso	s	n	Volumen de atención	Volumen ordenado
[m]	[m]	[kg]	[kg]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
C5000	10	740	250	0,95	1,65	1,49	1,66
	12	825	310	0,99	1,77	1,74	1,92
	14	910	380	1,07	1,85	2,12	2,33
	16	995	430	1,14	1,93	2,51	2,74
	18	1051	500	1,22	2,00	2,86	3,25
	12	825	350	1,03	1,99	1,99	2,14
C1000	14	910	433	1,08	2,08	2,41	2,58
	16	995	515	1,15	2,13	2,82	3,01
	18	1051	605	1,23	2,20	3,31	3,55
	20	1166	675	1,33	2,26	3,82	4,07
	22	1251	775	1,39	2,32	4,37	4,76
	12	825	465	1,00	2,30	2,30	2,44
C2000	14	910	615	1,09	2,37	2,76	2,93
	16	995	720	1,15	2,43	3,25	3,41
	18	1051	835	1,24	2,48	3,82	4,04
	20	1166	930	1,31	2,54	4,30	4,61
	22	1251	1070	1,39	2,59	5,01	5,30
	12	825	575	1,00	2,51	2,51	2,66
C3000	14	910	720	1,09	2,54	3,06	3,23
	16	995	825	1,15	2,61	3,56	3,75
	18	1051	965	1,25	2,69	4,21	4,44
	20	1166	1100	1,32	2,75	4,79	5,05
	22	1251	1375	1,41	2,79	5,55	5,85
	12	825	715	1,01	2,75	2,81	2,98
C4500	14	910	915	1,10	2,62	3,41	3,59
	16	995	1055	1,17	2,69	3,96	4,15
	18	1051	1200	1,26	2,94	4,56	4,80
	20	1166	1465	1,33	2,98	5,30	5,56
	22	1251	1725	1,43	3,03	6,20	6,50
	12	825	1117	1,21	2,84	5,16	5,45
C7000	14	1330	1375	1,53	2,67	6,71	7,06
	16	1529	1595	1,69	2,91	8,32	8,75
	18	1707	1810	1,88	2,96	10,35	10,89
	20	1868	2120	2,04	2,95	12,32	12,96
	22	2005	2305	2,22	3,00	14,68	15,44
	24	2214	2565	2,36	3,00	17,61	17,83
C9000	26	2422	2810	2,95	3,02	19,79	20,82
	12	1171	1480	1,53	3,02	5,50	5,77
	14	1330	1690	1,53	3,06	7,15	7,50
	16	1529	1945	1,69	3,09	8,83	9,26
	18	1707	2165	1,80	3,14	10,59	11,53
	20	1868	2335	2,04	3,14	13,07	13,71
C9500	22	2065	2760	2,22	3,16	15,56	16,32
	24	2214	3165	2,36	3,16	18,08	18,62
	26	2422	3565	2,56	3,20	20,87	22,00

Designation	distrito verbal atribuível	capitais, o. a. e do ayto. com. m.	area q <sub>2</sub>	area n <sup>o</sup> de plano	Código
R01-12-06	442	1.500	32,25	342,451	4211201
R01-12-07	440	1.580	46,47	302,414	4511103
R01-12-08	436		39,74	302,452	5211212
R01-12-09	420	1.550	52,48	452,452	5211213
R02-12-06	450	2.500	56,72	362,418	4211214
R02-12-08	435	1.500	57,42	452,462	4211215
R02-12-09	430	1.450	50,78	392,419	5211216
R02-12-10	459	1.500	50,78	392,417	5211217
R02-12-11	459	1.500	50,78	392,417	5211218
R02-12-12	459	1.500	50,78	392,417	5211219
R02-12-13	459	1.500	50,78	392,417	5211220
R02-12-14	459	1.500	50,78	392,417	5211221
R02-12-15	459	1.500	50,78	392,417	5211222
R02-12-16	459	1.500	50,78	392,417	5211223
R02-12-17	459	1.500	50,78	392,417	5211224
R02-12-18	459	1.500	50,78	392,417	5211225
R02-12-19	459	1.500	50,78	392,417	5211226
R02-12-20	459	1.500	50,78	392,417	5211227
R02-12-21	459	1.500	50,78	392,417	5211228
R02-12-22	459	1.500	50,78	392,417	5211229
R02-12-23	459	1.500	50,78	392,417	5211230
R02-12-24	459	1.500	50,78	392,417	5211231
R02-12-25	459	1.500	50,78	392,417	5211232
R02-12-26	459	1.500	50,78	392,417	5211233
R02-12-27	459	1.500	50,78	392,417	5211234
R02-12-28	459	1.500	50,78	392,417	5211235
R02-12-29	459	1.500	50,78	392,417	5211236
R02-12-30	459	1.500	50,78	392,417	5211237
R02-12-31	459	1.500	50,78	392,417	5211238
R02-12-32	459	1.500	50,78	392,417	5211239
R02-12-33	459	1.500	50,78	392,417	5211240
R02-12-34	459	1.500	50,78	392,417	5211241
R02-12-35	459	1.500	50,78	392,417	5211242
R02-12-36	459	1.500	50,78	392,417	5211243
R02-12-37	459	1.500	50,78	392,417	5211244
R02-12-38	459	1.500	50,78	392,417	5211245
R02-12-39	459	1.500	50,78	392,417	5211246
R02-12-40	459	1.500	50,78	392,417	5211247
R02-12-41	459	1.500	50,78	392,417	5211248
R02-12-42	459	1.500	50,78	392,417	5211249
R02-12-43	459	1.500	50,78	392,417	5211250
R02-12-44	459	1.500	50,78	392,417	5211251
R02-12-45	459	1.500	50,78	392,417	5211252
R02-12-46	459	1.500	50,78	392,417	5211253
R02-12-47	459	1.500	50,78	392,417	5211254
R02-12-48	459	1.500	50,78	392,417	5211255
R02-12-49	459	1.500	50,78	392,417	5211256
R02-12-50	459	1.500	50,78	392,417	5211257
R02-12-51	459	1.500	50,78	392,417	5211258
R02-12-52	459	1.500	50,78	392,417	5211259
R02-12-53	459	1.500	50,78	392,417	5211260
R02-12-54	459	1.500	50,78	392,417	5211261
R02-12-55	459	1.500	50,78	392,417	5211262
R02-12-56	459	1.500	50,78	392,417	5211263
R02-12-57	459	1.500	50,78	392,417	5211264
R02-12-58	459	1.500	50,78	392,417	5211265
R02-12-59	459	1.500	50,78	392,417	5211266
R02-12-60	459	1.500	50,78	392,417	5211267
R02-12-61	459	1.500	50,78	392,417	5211268
R02-12-62	459	1.500	50,78	392,417	5211269
R02-12-63	459	1.500	50,78	392,417	5211270
R02-12-64	459	1.500	50,78	392,417	5211271
R02-12-65	459	1.500	50,78	392,417	5211272
R02-12-66	459	1.500	50,78	392,417	5211273
R02-12-67	459	1.500	50,78	392,417	5211274
R02-12-68	459	1.500	50,78	392,417	5211275
R02-12-69	459	1.500	50,78	392,417	5211276
R02-12-70	459	1.500	50,78	392,417	5211277
R02-12-71	459	1.500	50,78	392,417	5211278
R02-12-72	459	1.500	50,78	392,417	5211279
R02-12-73	459	1.500	50,78	392,417	5211280
R02-12-74	459	1.500	50,78	392,417	5211281
R02-12-75	459	1.500	50,78	392,417	5211282
R02-12-76	459	1.500	50,78	392,417	5211283
R02-12-77	459	1.500	50,78	392,417	5211284
R02-12-78	459	1.500	50,78	392,417	5211285
R02-12-79	459	1.500	50,78	392,417	5211286
R02-12-80	459	1.500	50,78	392,417	5211287
R02-12-81	459	1.500	50,78	392,417	5211288
R02-12-82	459	1.500	50,78	392,417	5211289
R02-12-83	459	1.500	50,78	392,417	5211290
R02-12-84	459	1.500	50,78	392,417	5211291
R02-12-85	459	1.500	50,78	392,417	5211292
R02-12-86	459	1.500	50,78	392,417	5211293
R02-12-87	459	1.500	50,78	392,417	5211294
R02-12-88	459	1.500	50,78	392,417	5211295
R02-12-89	459	1.500	50,78	392,417	5211296
R02-12-90	459	1.500	50,78	392,417	5211297
R02-12-91	459	1.500	50,78	392,417	5211298
R02-12-92	459	1.500	50,78	392,417	5211299
R02-12-93	459	1.500	50,78	392,417	5211300
R02-12-94	459	1.500	50,78	392,417	5211301
R02-12-95	459	1.500	50,78	392,417	5211302
R02-12-96	459	1.500	50,78	392,417	5211303
R02-12-97	459	1.500	50,78	392,417	5211304
R02-12-98	459	1.500	50,78	392,417	5211305
R02-12-99	459	1.500	50,78	392,417	5211306
R02-12-100	459	1.500	50,78	392,417	5211307



CHARACTERISTICS - CARACTERISTIQUES										
Tendon Type	Lb	m	B	Dimensions				Elongation at Break Type III mm	Compressive Strength Calculated psi N/mm <sup>2</sup>	Tensile Strength psi N/mm <sup>2</sup>
				A	B	C	D			
SEAUW 24 (LB)									350	16
SEAUW 24 (LB)	24			430	210	650	95±5	341	600	24
SEAUW 24 (LB)		16		403			471±5	322	635	16
SEAUW 30 (LB)			6	650			575±5	481	580	30
SEAUW 30 (LB)				546	210	704			900	32
SEAUW 30 (LB)	30			523±5	446		1164			13





Nota 1: la situación indicada en la figura 1 para los conjuntos de telemando, comunicación o telegestión es orientativa, ya que pueden existir otras soluciones constructivas.

Nota 2: en el caso del CTCOU la altura puede ser superior en unos cm a lo indicado, por la incorporación de las ruedas.

Designación	Utilización	Potencia	Tensión primaria KV	Líquido atmosférico	Tensión secundaria V	Código
CTC-TELE-250/13,2		250				5040130
CTC-TELE-400/13,2		400	13,2			5040131
CTC-TELE-630/13,2		630				5040132
CTC-TELE-250/20		250		20		5040133
CTC-TELE-400/20		400				5040134
CTC-TELE-630/20	Superficie	630				5040135
CTC-TELE-250/13,2-20	y	250			Acetate	5040136
CTC-TELE-400/13,2-20		400	13,2/20			5040137
CTC-TELE-630/13,2-20	Subterráneo	630				5040138
CTC-TELE-250/15-20		250				5040139
CTC-TELE-400/15-20		400	15/20			5040140
CTC-TELE-630/15-20		630				5040141
CTCOU-TELE-250/13,2		250				5040555
CTCOU-TELE-400/13,2		400	13,2			5040554
CTCOU-TELE-630/13,2		630				5040553
CTCOU-TELE-250/20		250	20			5040552
CTCOU-TELE-400/20		400				5040551
CTCOU-TELE-630/20	Superficie	630			Acetate	5040550
CTCOU-TELE-250/13,2-20	y	250				5040556
CTCOU-TELE-400/13,2-20		400	13,2/20			5040557
CTCOU-TELE-630/13,2-20	Subterráneo	630				5040558
CTCOU-TELE-250/15-20		250				5040559
CTCOU-TELE-400/15-20		400	15/20			5040560
CTCOU-TELE-630/15-20		630				5040561

TABLA 2  
 Cuadro de BT.

Potencia	Corriente asignada	Tension asignada	Contratricos fusibles Tamaño 2
kVA	A	V	Número bases
250	400		3
400	630	440	4
630	1000		5

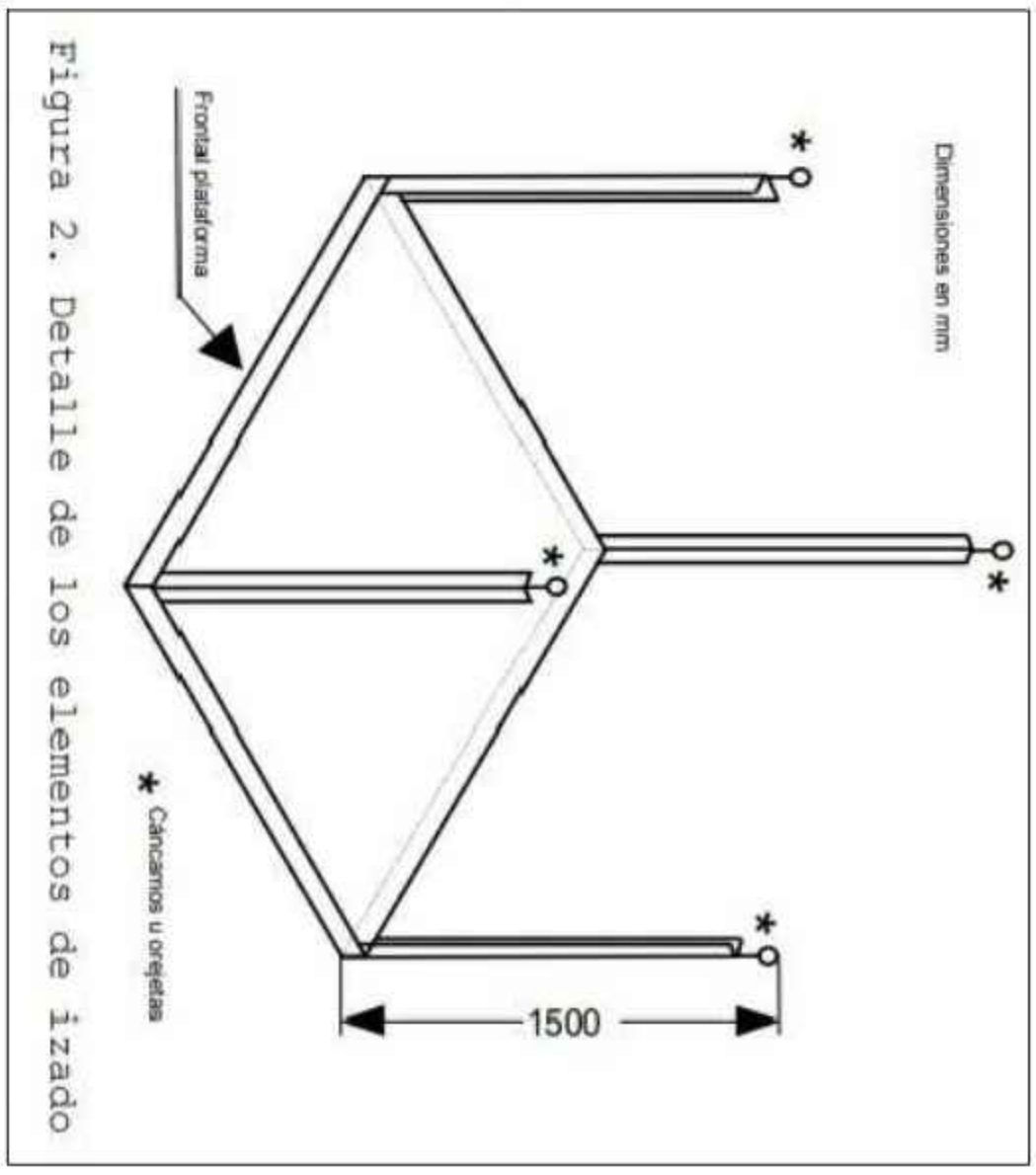


Figura 2. Detalle de los elementos de izado

Trafro kVA	Interior		
	Alto	Ancho	Fondo
250			
400	1800	1830	1750
630			

Masas máximas

Potencia kVA	Masa kg
250	2150
400	2500
630	3000

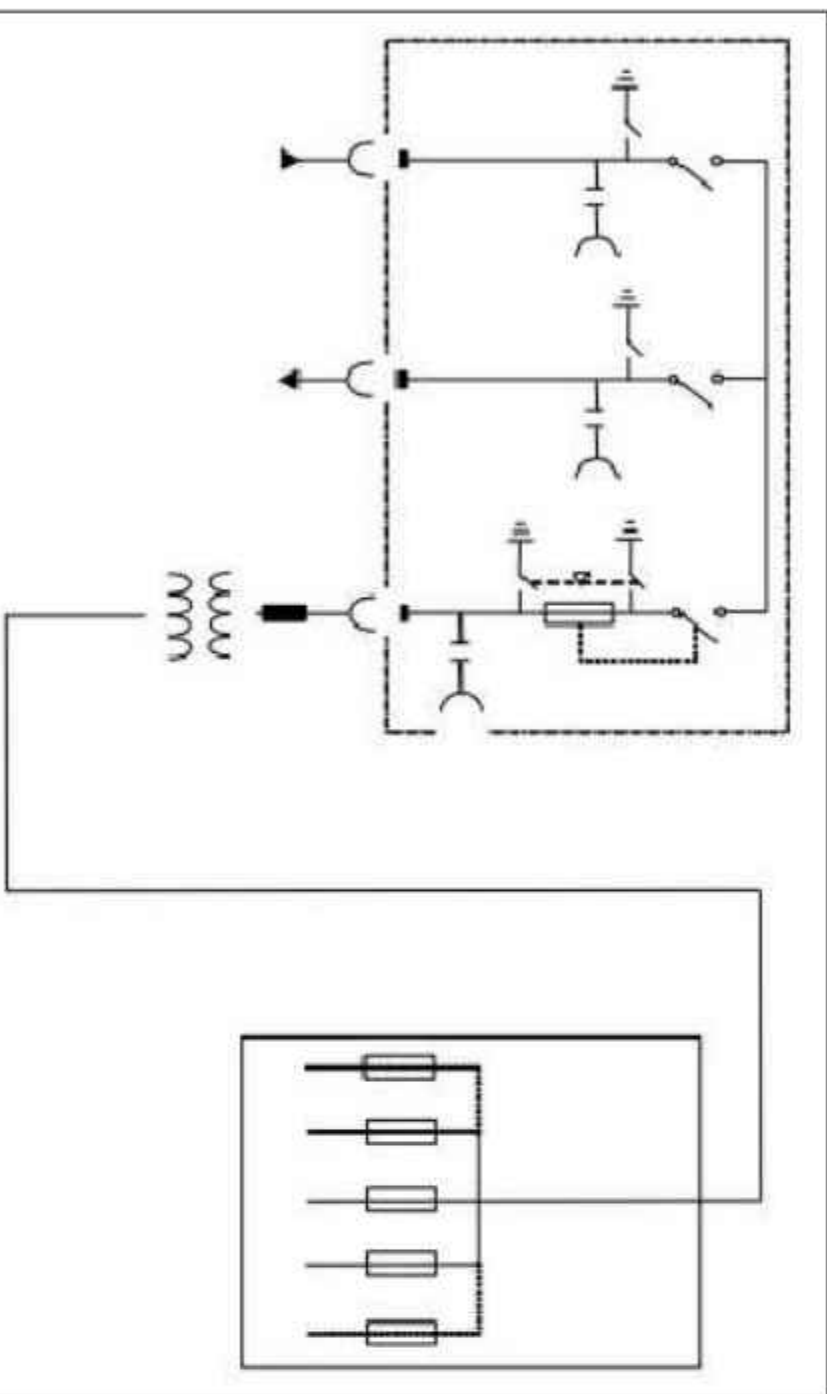
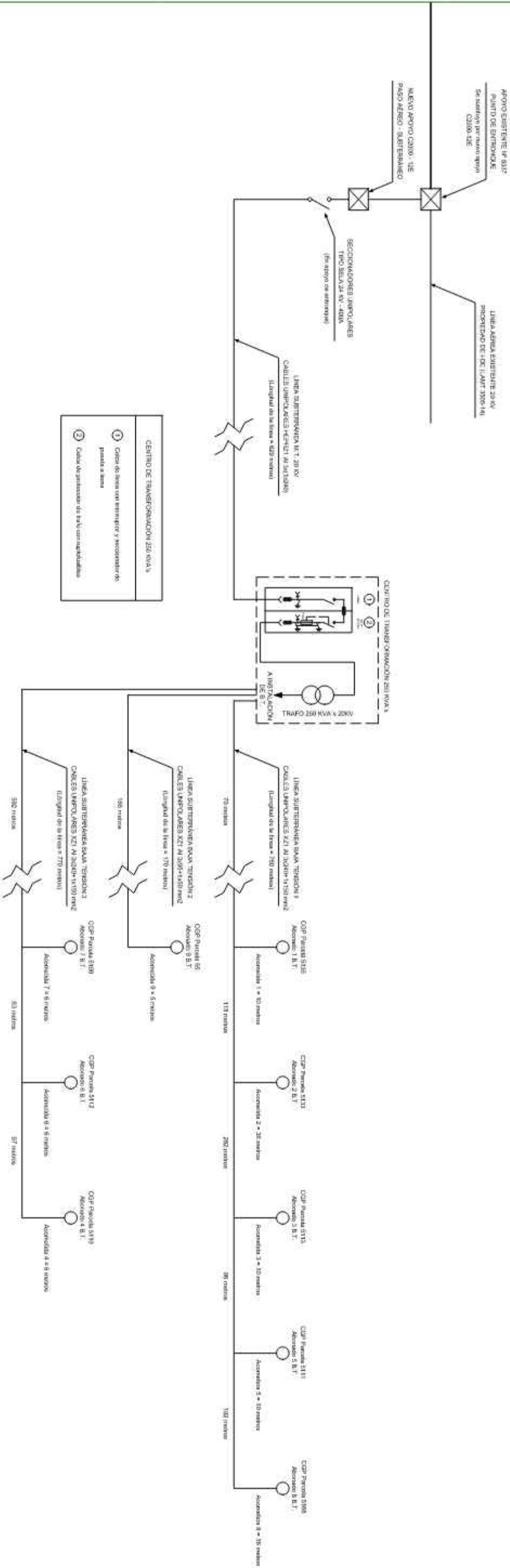


Figura 3. Esquema unifilar

 <b>sleeder</b> Ingeniería y Servicios Corporativo Bda. 7 Verdes Llanos de la Pradera - Quindío Tlfo: (604) 308.874 Fax: (065) 209.9192		RINGIETO LINEA SUSTERRANEA DE M.T. Y C.T. PARA SUMINISTRO ELECTRICO A EPAS TOTAL AJUSTAMIENTO DE ALPACON SITUACION POLIGONO 510 (CARRETERA CLV-8033) ALPACON - QUENUA		CECU S/E FECHA Agosto 06 2024 EST 2209F-H/LMT		 EL INGENIERO ESCARDO INDUSTRIAL	
PLANO CENTRO DE TRANSFORMACION COMPACTO 250 KVA S (Plan. 2)		06		TITULADO		Fdo. Juan Diego Ossa Briceo	





**sleeder**  
Ingeniería y Servicios

Cosquian Park, 7  
16770 S. Loo de la Peña - Cuernavaca  
Tlf: 555 980 974 Fax: 069 268 972

PROYECTO	LINEA SUBTERRANEA DE M.T. Y C.T. PARA SUMINISTRO ELECTRICO A ERAS	ESCALA	S/E
TITULAR	AYUNTAMIENTO DE ALARCÓN	FECHA	Marzo de 2024
SITUACIÓN	POLIGONO 510 (CARPETERA CUV-9039) ALARCÓN - CUENCA	REF.	220PRPLM1
PLANO	ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN (Rev. 2)	VI PLANO	07



EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

Fdo: Juan Diego García Simón