



RICARDO CABO ALAVA
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Colegiado núm.: 1.867 C.O.P.I.T.I.BA



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN LSMT Y CT COLEGIO.

UBICACIÓN:

**RIBERA DEL FRESNO
(BADAJOZ)**

PETICIONARIO:

SOCIEDAD ELECTRICA DE RIBERA DEL FRESNO S.L.

VILLAFRANCA DE LOS BARROS, JUNIO DE 2026

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214
Validar copitbadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKRAR1HVB]



ÍNDICE:

PREVIO	4
1. OBJETIVO	4
2. EMPLAZAMIENTO	4
3. DATOS GENERALES DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSION (AEREA Y SUBTERRANEA)	5
4. ORGANISMOS AFECTADOS	5
5. LEGISLACIÓN APLICADA	5
MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA LINEA MEDIA TENSIÓN	7
1. OBJETO	7
2. LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION	7
3. ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN	11
4. CÁLCULOS MECÁNICOS VANO OBJETO DE ADECUACIÓN:	12
5. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.	34
6. ANEXO CÁLCULOS ELECTRICOS LSMT:	37
7. JUSTIFICACIÓN LEY 16/2015 DE 23 DE ABRIL, DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA	41
MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	47
1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACION.	47
2. OBJETO DEL PROYECTO.	47
3. EMPLAZAMIENTO	47
4. DEFINICIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACION	48
5. ANEXO DE CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.	68
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	78
1. OBJETIVO	78
2. DATOS GENERALES DE LA OBRA:	78
3. NORMATIVA APLICABLE:	79
4. OBLIGACIÓN DEL PROMOTOR:	80
5. EL COORDINADOR:	81
6. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS:	81
7. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES:	82
8. LIBRO DE INCIDENCIAS:	83
9. DERECHO DE LOS TRABAJADORES:	83
10. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES:	83



11.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR	86
12.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL EN OBRA.....	100
13.	SEÑALIZACIÓN:.....	101
PLANOS.....		102
PLIEGO DE CONDICIONES.....		104
PLIEGO DE CONDICIONES.		105
1.	CONDICIONES GENERALES.....	105
2.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.	106
3.	MATERIALES.....	112
4.	OMISIONES Y CONTRADICCIONES DEL PROYECTO.	112
5.	CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	112
MEDICIONES Y PRESUPUESTO		118



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ
Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA
Habilitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214
validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKRAR1HVB]



PREVIO.

1. OBJETIVO

El presente proyecto es redactado y firmado por el técnico competente D. Ricardo Cabo Alava, colegiado perteneciente al Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Badajoz, colegiado nº 1.867, con domicilio en Calle Antonio Machado nº10 de Villafranca de los Barros (Badajoz), a petición Sociedad Eléctrica de Ribera del Fresno S.L., con CIF B-06.001.721 y domicilio para cualquier notificación en Calle Coruña nº20, Tui (Pontevedra), como empresa Distribuidora de la Electricidad en la localidad de Ribera del Fresno.

El objetivo de este proyecto es modificar la configuración de la red de distribución de Media Tensión, con la implantación de un nuevo Centro de Mando y Operaciones, que permitan un mejor desarrollo de las actividades de maniobras y mantenimiento generales de la red. Para ello se propone la extensión de una LSMT en doble circuito desde el anillo perimetral de distribución y ampliar la capacidad de servicio de la zona ampliando el CT, mediante la implementación de un nuevo edificio prefabricado en las inmediaciones del existente en la Calle Hornachos.

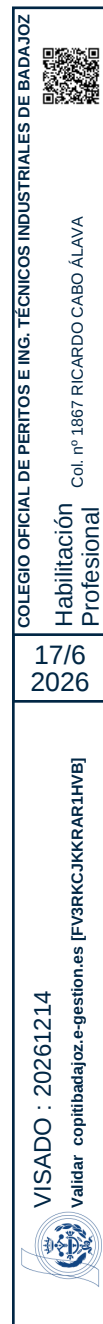
Con la redacción de esta memoria se persigue conseguir la aprobación del proyecto, así como la autorización administrativa de la construcción de las instalaciones que aquí se reflejan.

2. EMPLAZAMIENTO

La línea objeto de extensión, nace en el vano aéreo existente en el anillo norte de distribución perimetral de la localidad, en las inmediaciones de la carretera EX-342, mediante doble entronque aéreo-subterráneo, hasta canalización existente que discurre por Vereda de la Mora, cruza perpendicularmente la carretera EX342 y continua por Avda del Cuarte, hasta llegar a la rotonda de intersección con Calle Hornachos y finalizar en nuevo Centro de Transformación en edificio prefabricado de superficie.

Por ello, una vez analizada por parte del Promotor las posibles medidas de mejoras sobre estas redes, la propuesta del presente proyecto es ampliar con el trazado subterráneo de la línea que suministra al nuevo CT Colegio y modificar el apoyo afectado para dotarlo de las características necesarias para realizar el doble entronque aéreo subterráneo.

La línea subterránea en su recorrido por canalización existente, y apta para su puesta en servicio, como se ha manifestado anteriormente está afectada por cruzamiento con vías públicas (Vereda de la Mora, Avda del Cuartel y Calle Hornachos) y discurre en bajo con la Carretera EX342.





3. DATOS GENERALES DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSION (AEREA Y SUBTERRANEA)

La línea tiene las siguientes características generales:

- Titular:----- *Sociedad Eléctrica de Ribera del Fresno S.L.*
- Tensión (kV):-----15
- Longitud (km):----- 0,410
- Tipo de montaje:----- *Simple Circuito (SC)*
- Número de conductores por fase:----- 1
- Frecuencia: -----50Hz
- Factor de potencia: -----0,8

4. ORGANISMOS AFECTADOS

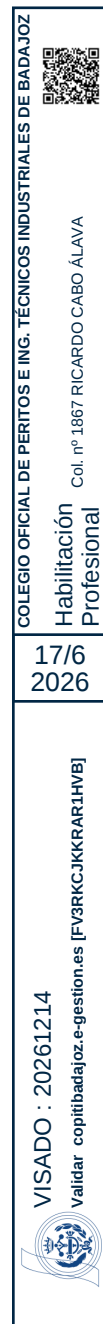
Esta línea afecta a los siguientes Organismos Administrativos:

Excmo. Ayuntamiento de Ribera del Fresno. (Licencia de Obras y Autorización Ocupación espacios de dominio público para implantación de Caseta Centro de Transformación)

5. LEGISLACIÓN APLICADA

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes Reglamentos en vigor:

- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23
- Orden de 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- 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.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.





- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- 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.
- Real Decreto 842/2002, de de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución de la Compañía Sociedad Eléctrica de Ribera del Fresno S.L.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ	
	Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA
Habilitación Profesional	
17/6 2026	
	
VISADO : 20261214 Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKRAR1HVB]	



VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCKKKRAR1HVB]

17/6
2026

Habilitación
Profesional

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

MEMORIA



MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA LINEA MEDIA TENSIÓN

1. OBJETO

El objetivo de esta memoria es la descripción y valoración de la línea subterránea de Media Tensión que se proyecta, de manera que queden suficientemente explicadas todas las partes de la obra que se va a realizar, y los elementos y materiales empleados en la misma. Si existiesen partes del proyecto que en esta memoria no quedaran suficientemente claras se aportarían en anexos complementarios.

Este proyecto ha sido redactado de acuerdo a la vigente reglamentación.

2. LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION

2.1 Generalidades

La nueva extensión de red subterránea, partirá del entronque aéreo – subterráneo a desarrollar en el apoyo metálico con una altura de apoyo de 20 m, ubicado en anillo norte, en vano de cruce de la carretera EX-342 con una distancia al eje de la vía de 110 m (mayor a 1,5 veces la altura del apoyo), para continuar por la canalización existente que transcurren bajo la afección del Vereda de la Mora, hasta llegar a las inmediaciones de la carretera EX-342 donde desarrolla una traza perpendicular a esta en dirección al núcleo urbano de Ribera del Fresno donde se accede por Avda del Cuartel hasta la rotonda de intersección con Calle Hornachos, para finalizar en las inmediaciones del nuevo CT Colegio.

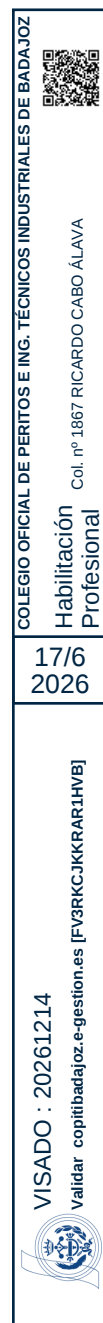
2.2 Cable de Alimentación

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de 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 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).

Características de los conductores a emplear, mediante Cable de Media Tensión de aluminio, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos.

- Conductor





Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

RHZ1-OL-12/20 kV 3x240 Al mm².

- Pantalla semiconductor interna

Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.

- Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.

- Pantalla semiconductor externa

Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable.

- Pantalla metálica

Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm².

- Obturación longitudinal

Cinta higroscópica recubriendo totalmente la pantalla (cables tipo -OL y -2OL).

- Cubierta exterior

Poliolefina tipo DMZ1 libre de halógenos, de color rojo.

La potencia máxima que puede transportar el cable en condiciones normales de instalación régimen permanente será para una corriente máxima de 345 A:

En 15 kV → 5175 KVA

En 20 kV → 6900 KVA

Que aplicando un coeficiente reductor del 0,8 nos darían 4.140 y 5.520 KVA, muy superiores a las previstas en condiciones normales de explotación de la línea.

Puesta a tierra: En los extremos de cada línea se dispondrá de una toma de tierra de masas de resistencia reglamentaria, a la que se conectarán las pantallas, flejes de protección mecánica y herrajes de fijación de los terminales, etc.

2.3 Caída de tensión

La caída de tensión máxima soportada por el conductor, se determina por la siguiente fórmula:

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

donde:

AV = Caída de tensión en voltios

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HV8]



I = Intensidad en amperios

L = Longitud de la línea en Km.

R = Resistencia del conductor en Ω/km

X = Reactancia a frecuencia 50Hz en Ω/km

$\cos \varphi$ = Factor de potencia

Tal como se detalla anteriormente, se instalará conductor RHZ1-12/20 kV 3x240 Al mm², con una longitud total de 410 mts, y de acuerdo a tablas de fabricantes, los valores a sustituir son los siguientes:

$I = 345 \text{ A}$

$R = 0.320 \Omega/\text{km}$

$X = 0.123 \Omega/\text{km}$

$\cos \varphi = 0,9$

Sustituyendo los anteriores valores en la fórmula obtenemos una caída de tensión: $AV=51,30 \text{ V} \rightarrow 0,34\%$

2.4 Empalmes y terminales

Las características de los accesorios no especificadas en esta norma serán las indicadas en las normas UNE HD 628 y UNE HD 629-1.

La reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizará de acuerdo con la técnica de fabricación correspondiente al diseño. El fabricante indicará las características de los materiales usados para la confección de empalmes o terminales, así como sus verificaciones y ensayos.

Los materiales especificados serán adecuados para su empleo, y no serán afectados por el contacto con otros materiales utilizados en la confección del terminal o empalme ni aumentarán la velocidad de corrosión de cualquier metal con el que puedan entrar en contacto.

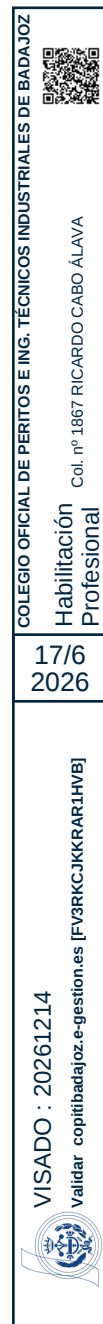
Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando oclusiones de aire.

Los terminales y empalmes deberán sellar totalmente, tanto el cable como el conductor.

No se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario.

Además sólo se aceptarán éstas como elementos de sellado, cierre o relleno, debiendo ser de características autosoldable y antisurco.

La toma de tierra de los terminales, así como en su caso, el manguito de unión de pantallas metálicas, será





de cobre estañado para ser engastados por compresión. La pieza de toma de tierra y manguito se suministrará como parte integrante del accesorio.

En los empalmes se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme. Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme.

Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

2.5 Canalizaciones.

La nueva línea subterránea de media tensión, transcurrirá íntegramente por canalización existente, de titularidad del promotor del presente proyecto, Sociedad Eléctrica de Ribera del Fresno S.L. (margen izquierdo del Vereda de la Mora, cruce carretera EX-342, Avda. del Cuartel y Calle Hornachos ambas por margen derecho), para llegar al nuevo CT Colegio que se incluye y describe en el presente proyecto.

2.6 Red de tierras

No se realizarán nuevos sistemas de tierras. Las pantallas de los cables de 15 kV, se conectarán al sistema de tierras de herrajes del nuevo centro de transformación CT Colegio.

2.7 Características de la energía

Será de forma de corriente alterna trifásica a 50 periodos por segundo y a la tensión de 15.000 V entre fases.

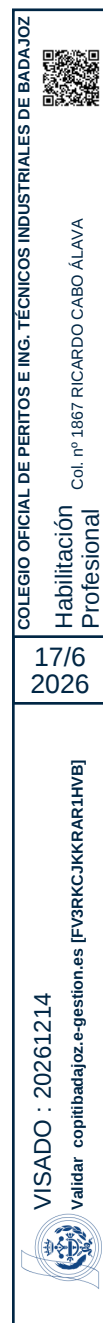
2.8 Relación de propietarios

Tal como se describe en el apartado 2.5, la nueva línea subterránea de media tensión, transcurrirá íntegramente por canalización existente, afectando por ocupación de dominio público al Excmo. Ayuntamiento de Ribera del Fresno.

2.9 Relación de cruzamientos y paralelismos

Tal como se describe en el apartado 2.5 del presente proyecto, la nueva línea subterránea de media tensión, transcurrirá íntegramente por canalización existente, coincidiendo con un cruzamiento soterrado para la carretera EX342.

Por lo tanto, dado que únicamente es objeto del presente proyecto el tendido de conductor de media tensión bajo la mencionada canalización existente, no se generan nuevos cruzamientos.





3. ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN.

3.1 Características fundamentales de Conversiones aéreas subterráneas.

Se define el presente apartado, para la adecuación del apoyo objeto de modificación de la línea anillo sur de distribución perimetral del casco urbano en media tensión.

En los casos de que una línea subterránea deba convertirse en aérea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, cumpliendo con esto en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en la ITC-LAT 06 apartado 4.7:

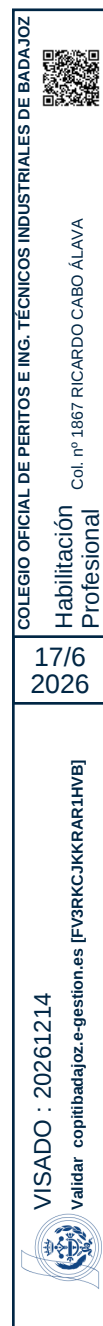
- En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102/A1:1999 y UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. El tubo o bandeja se encontrará obturado por su parte superior para evitar la entrada de agua y empotrado en la cimentación del apoyo.
- Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. Dichas protecciones deberán cumplir las reglas de coordinación de aislamiento establecidas en las normas UNE-EN 60071-1:2006, UNE-EN 60071-1:2006/A1:2010, UNE-EN 60071-2:1999 y UNE-EN 60099-5:2013.

3.2 Autoválvulas-pararrayos

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

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099-4:2016, UNE-EN 60099-5:2013, UNE 21087-3:1995. Las características exigidas serán las siguientes:

- Un Tensión nominal de la red. 15 kV
- Ur Tensión asignada del pararrayos. 18 kV
- Uc Tensión de servicio continuo del pararrayos. 15,3 kV
- Ures Tensión residual pararrayos con onda tipo rayo 8/20 μ s y corriente nominal de descarga 10 kA.
- Sistema de neutro a red Aislado





3.3 Materiales

Todos los materiales son de los tipos "aceptados" por la Cía. Distribuidora de Electricidad. El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión (A.T.) deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435 y UNE-EN 60071-1. La tensión más elevada del material (U_m) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado (U_s). La tensión asignada del cable U_0/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (U_n), o tensión más elevada de la red (U_s), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra (categoría de la red: A, B o C).

4. CÁLCULOS MECÁNICOS VANO OBJETO DE ADECUACIÓN:

4.1 Tensión máxima en un vano

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh(X_A/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh[(X_m - a/2) / c]$$

$$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh(X_B/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh[(X_m + a/2) / c]$$

$$P_v = K \cdot d / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$P_{vh} = K \cdot D / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$P_h = K \cdot \sqrt{d} \quad K=0.18 \text{ Zona B}$$

$$K=0.36 \text{ Zona C}$$

$$P_0 = \sqrt{(P_p^2 + P_v^2)} \quad \text{Zona A, B y C. Hipótesis de viento.}$$

$$P_0 = P_p + P_h \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo.}$$

$$P_0 = \sqrt{[(P_p + P_h)^2 + P_{vh}^2]} \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo + viento.}$$

Cuando sea requerida por la empresa eléctrica.

$$c = T_{0h} / P_0$$

$$X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

T_A = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

T_B = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

P_0 = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).



P_p = Peso propio del conductor (daN/m).

P_v = Sobrecarga de viento (daN/m).

P_{vh} = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

P_h = Sobrecarga de hielo (daN/m).

d = diámetro del conductor (mm).

D = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

$Y = c \cdot \cosh(x/c)$ = Ecuación de la catenaria.

c = constante de la catenaria.

Y_A = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

Y_B = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_A = Abcisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

X_B = Abcisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_m = Abcisa correspondiente al punto medio del vano (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

4.2 Vano de regulación.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt{(\sum a^3 / \sum a)}$$

4.3 Tensiones y flechas de la línea en determinadas condiciones. Ecuación del cambio de condiciones.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T_{0h}), se puede obtener una tensión horizontal final (T_h) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0 / (S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} + a/2) / c_0] - c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} - a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h} / P_0 ; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \sqrt{(1 + z_0^2)}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \sinh a / 2c_0)$$



$$L = c \cdot \sinh[(X_m + a/2) / c] - c \cdot \sinh[(X_m - a/2) / c]$$

$$c = T_h / P ; X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

δ = Coeficiente de dilatación lineal.

L_0 = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

L = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

t_0 = Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

t = Temperatura en las condiciones finales (°C).

S = Sección del conductor (mm²).

E = Módulo de elasticidad (daN/mm²).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).

$a = a_r$ (vano de regulación, m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

$h = 0$, para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$$

$$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{(1+(h/a)^2)}]$$

$$Y_{fm} = c \cdot \cosh (X_{fm}/c)$$

Siendo:

Y_B = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

X_B = Abcisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

Y_{fm} = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

X_{fm} = Abcisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

a = proyección horizontal del vano (m).

4.3.1 Tensión máxima

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

Zona B.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]



- Tracción máxima viento.

$t = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: viento (P_v).

- Tracción máxima hielo.

$t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: hielo (P_h).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: viento (P_{vh}).

Sobrecarga: hielo (P_h).

4.3.2 Flecha máxima

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.

$t = +15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: Viento (P_v).

b) Hipótesis de temperatura.

$t = +50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.

$t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: hielo (P_h).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).

Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c).

4.3.3 Flecha mínima.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

Zona B.

$t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

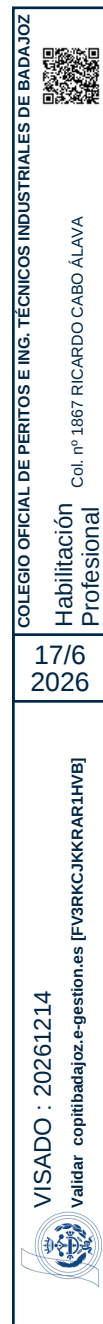
Sobrecarga: ninguna.

4.3.4 Desviación cadena aisladores.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona A, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona B y $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona C.

Sobrecarga: mitad de Viento ($P_v/2$).





4.3.5 Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -5\text{ °C}$ en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Sobrecarga: Viento (P_V).

4.3.6 Tendido de la línea.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -20\text{ °C}$ (Sólo zona C).

$t = -15\text{ °C}$ (Sólo zonas B y C).

$t = -10\text{ °C}$ (Sólo zonas B y C).

$t = -5\text{ °C}$.

$t = 0\text{ °C}$.

$t = +5\text{ °C}$.

$t = +10\text{ °C}$.

$t = +15\text{ °C}$.

$t = +20\text{ °C}$.

$t = +25\text{ °C}$.

$t = +30\text{ °C}$.

$t = +35\text{ °C}$.

$t = +40\text{ °C}$.

$t = +45\text{ °C}$.

$t = +50\text{ °C}$.

Sobrecarga: ninguna.

4.4 Limite dinamico "EDS".

$$EDS = (T_h / Q_r) \cdot 100 < 15$$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C, $t^a = 15\text{ °C}$. Sobrecarga: ninguna.

Q_r = Carga de rotura del conductor (daN).

4.5 Hipótesis calculo de apoyos

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKRAR1HVB]



TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $L_t = R_{oth}$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $L_t = R_{oth}$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{avT}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahT}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahrT}$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahrL} ; L_t = R_{oth}$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{avT}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahT}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahrT}$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avL}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahL}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahrL} ; L_t = R_{oth}$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $L_t = R_{oth}$



Anclaje Angulo y	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot n_c$
Estrellam.	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{av}T$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ah}T$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahd}T$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahr}T$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{av}L$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ah}L$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahd}L$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahr}L ; L_t = R_{oth}$
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = D_{tv}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = D_{th}$		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $L_t = R_{oth}$

V = Esfuerzo vertical

T = Esfuerzo transversal

L = Esfuerzo longitudinal

L_t = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:

Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

4.5.1 Cargas permanentes.

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "P_{cv}" será:

$$P_{cv} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{cvr} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot n_r \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_v = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) o -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (m).

P_{pv} = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

P_{cvr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4ª hipótesis (daN).

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.





n = número total de conductores.

n_r = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga " P_{ch} " será:

$$P_{ch} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{chr} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n_r \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_h = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 °C (zona B) o -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

P_{ph} = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

P_{phr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4ª hipótesis (daN).

n = número total de conductores.

n_r = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores " P_{ca} ", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo " n_c ".

4.5.2 Esfuerzos del viento.

- El esfuerzo del viento sobre los conductores " F_{vc} " en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

Apoyos alineación

$$F_{vc} = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 2 \cdot k \text{ (daN)}$$

Apoyos fin de línea

$$F_{vc} = a / 2 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo y estrellamiento

$$F_{vc} = \sum a_p / 2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k \text{ (daN)}$$

Siendo:

a_1 = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).

a_2 = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).

a = Proyección horizontal del conductor (m).

a_p = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).

d, d_1, d_2, d_p = Diámetro del conductor (m).

n, n_1, n_2, n_p = nº de haces de conductores.

v = Velocidad del viento (Km/h).



$$K = 60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$K = 50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

- En la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "E_{ca}", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "n_c".

4.5.3 Desequilibrio de tracciones

- En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "D_{tv}" se obtiene:

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$D_{tv} = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = Abs((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$D_{tv} = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = Abs((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$D_{tv} = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$D_{tv} = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje de alineación.

$$D_{tv} = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = Abs((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$D_{tv} = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$D_{tv} = 100/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

n, n₁, n₂ = número total de conductores.

T_h, T_{h1}, T_{h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "D_{th}" se obtiene:

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Colección Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]



Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$D_{th} = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = A_{bs} ((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$D_{th} = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = A_{bs} ((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$D_{th} = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$D_{th} = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje en alineación.

$$D_{th} = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = A_{bs} ((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$D_{th} = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$D_{th} = 100/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

T_{0h}, T_{0h1}, T_{0h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

4.5.4 Rotura de conductores

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores " R_{otv} " en zona A, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas del reglamento.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor " R_{otv} ", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$R_{otv} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre



- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas del reglamento.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor " R_{otv} ", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$R_{otv} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$$R_{otv} = T_{0h} \text{ (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)}$$

$$R_{otv} = T_{0h} \cdot n_{cf} \cdot 0,5 \text{ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)}$$

Fin de línea

$$R_{otv} = T_{0h} \cdot n_{cf} \text{ (daN)}$$

$$R_{otv} = 2 \cdot T_{0h} \cdot n_{cf} \text{ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)}$$

Siendo:

n_{cf} = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores " R_{oth} " en zonas B y C, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor " R_{oth} ", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$R_{oth} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas del reglamento.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor " R_{oth} ", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$R_{oth} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$$R_{oth} = T_{0h} \text{ (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)}$$

$$R_{oth} = T_{0h} \cdot n_{cf} \cdot 0,5 \text{ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)}$$

Fin de línea

$$R_{oth} = T_{0h} \cdot n_{cf} \text{ (daN)}$$

$$R_{oth} = 2 \cdot T_{0h} \cdot n_{cf} \text{ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)}$$

Siendo:

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]



n_{cf} = número de conductores por fase.

T_{oh} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

4.5.5 Resultante de ángulo

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{av} " de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$R_{av} = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{av} " se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea " R_{avL} " y otro en dirección transversal a la línea " R_{avT} ".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Ángulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{ah} " de las tracciones de los conductores en la hipótesis 2ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$R_{ah} = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{ah} " se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea " R_{ahL} " y otro en dirección transversal a la línea " R_{ahT} ".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

α = Ángulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{avd} " de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$R_{avd} = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - D_{tv})^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - D_{tv}) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{avd} " se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea " R_{avdL} " y otro en dirección transversal a la línea " R_{avdT} ".

Siendo:

n_1 = Número de conductores.

T_{h1} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKRARIHV8]



D_{tv} = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

α = Ángulo que forman T_{h1} y $(T_{h1} - D_{tv})$ (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{ahd} " de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$R_{ahd} = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - D_{th})^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - D_{th}) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{ahd} " se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea " R_{ahdL} " y otro en dirección transversal a la línea " R_{ahdT} ".

Siendo:

n_1 = Número de conductores.

T_{h1} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

D_{th} = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

α = Ángulo que forman T_{h1} y $(T_{h1} - D_{th})$ (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{avr} " de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$R_{avr} = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{avr} " se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea " R_{avrL} " y otro en dirección transversal a la línea " R_{avrT} ".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Ángulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{ahr} " de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$R_{ahr} = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo " R_{ahr} " se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea " R_{ahrL} " y otro en dirección transversal a la línea " R_{ahrT} ".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

α = Ángulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).



*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

4.5.6 Esfuerzos descentrados

En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

$$Esdt = T_{0h} \cdot ncf \text{ (daN) (tresbolillo)}$$

$$Esdb = 3 \cdot T_{0h} \cdot ncf \text{ (daN) (bandera)}$$

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

4.5.7 Esfuerzos equivalentes

Los esfuerzos horizontales de los apoyos vienen especificados en un punto de ensayo, situado en la cogolla (excepto en los apoyos de hormigón y de chapa metálica que están 0,25 m por debajo de la cogolla).

Si los esfuerzos están aplicados en otro punto se aplicará un coeficiente reductor o de mayoración.

- Coeficiente reductor del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a mayor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

Apoyos de celosía y presilla

$$K = 4,6 / (HS + 4,6)$$

Apoyos de hormigón

$$K = 5,4 / (HS + 5,25)$$

Apoyos de chapa metálica

$$K = 4,6 / (H_S + 4,85)$$

- Coeficiente de mayoración del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a menor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

$$K = H_{En} / H_F$$

Por tanto los esfuerzos horizontales aplicados en el punto de ensayo serán:

$$T = T_c / K$$

$$L = L_c / K$$

El esfuerzo horizontal equivalente soportado por el apoyo será:

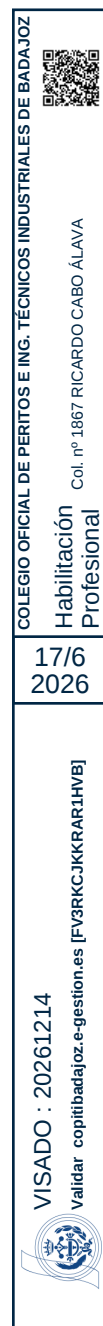
- Existe solamente esfuerzo transversal.

$$F = T$$

- Existe solamente esfuerzo longitudinal.

$$F = L$$

- Existe esfuerzo transversal y longitudinal simultáneamente.





En apoyos de celosía, presilla, hormigón vibrado hueco y chapa circular.

$$F = T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular con viento sobre la cara secundaria.

$$F = R_U \cdot T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular sin viento o con viento sobre la cara principal.

$$F = T + R_N \cdot L$$

El esfuerzo de torsión aplicado en el punto de ensayo será:

$$L_t = L_{tc} \cdot D_c / D_n$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular el apoyo se orienta con su esfuerzo nominal principal en dirección del esfuerzo mayor (T o L).

Siendo:

H_{En} = Distancia desde el punto de ensayo de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

H_S = Distancia por encima de la cogolla, donde se aplican los esfuerzos horizontales (m).

H_F = Distancia desde punto de aplicación de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

D_n = Distancia del punto de ensayo del esfuerzo de torsión al eje del apoyo (m).

D_c = Distancia del punto de aplicación de los conductores al eje del apoyo (m).

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m).

E_{va} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN).

E_{vaRed} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo reducido al punto de ensayo (daN).

$$E_{vaRed} = E_{va} \cdot H_v / H_{En}$$

R_U = Esfuerzo nominal principal / (Esfuerzo nominal secundario – E_{vaRed}).

R_N = Esfuerzo nominal principal / Esfuerzo nominal secundario.

T_c = Esfuerzo transversal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

L_c = Esfuerzo longitudinal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

L_{tc} = Esfuerzo de torsión en el punto de aplicación de los conductores (daN).

F = Esfuerzo horizontal equivalente (daN).

T = Esfuerzo transversal en el punto de ensayo (daN).

L = Esfuerzo longitudinal en el punto de ensayo (daN).

L_t = Esfuerzo de torsión en el punto de ensayo (daN).

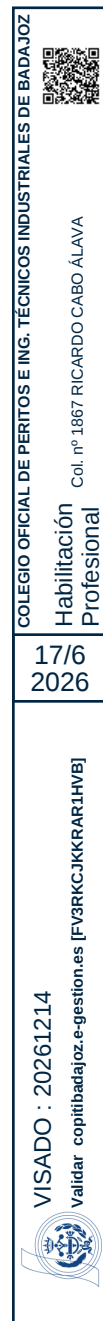
4.5.8 Apoyo adoptado

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis (V,F,Lt).

A estos esfuerzos se le aplicará un coeficiente de seguridad si el apoyo es reforzado.

- Hipótesis sin esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:





$$E_n \geq F$$

En apoyos de hormigón el esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_n \geq V$$

En apoyos que no sean de hormigón se aplicará la ecuación resistente:

$$(3 \cdot V_n) \geq V$$

$$(5 \cdot E_n + V_n) \geq (5 \cdot F + V)$$

- Hipótesis con esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_{nt} \geq F$$

El esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_{nt} \geq V$$

El esfuerzo de torsión debe cumplir la ecuación:

$$E_T \geq L_t$$

Siendo:

V = Cargas verticales.

F = Esfuerzo horizontal equivalente.

L_t = Esfuerzo de torsión.

E_n = Esfuerzo nominal sin torsión del apoyo.

E_{nt} = Esfuerzo nominal con torsión del apoyo.

V_n = Esfuerzo vertical sin torsión del apoyo.

V_{nt} = Esfuerzo vertical con torsión del apoyo.

E_T = Esfuerzo de torsión del apoyo.

4.6 Cimentaciones.

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas. En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta " M_{EP} " se obtiene:

$$M_{EP} = E_P \cdot H_L$$

Siendo:

E_P = Esfuerzo en punta (daN).

H_L = Altura libre del apoyo (m).

Momento debido al viento sobre el apoyo

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]



El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo " M_{EV} " se obtiene:

$$M_{EV} = E_{VA} \cdot H_v$$

Siendo:

E_{VA} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

$$E_{VA} = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot \eta \cdot S \text{ (apoyos de celosía).}$$

$$E_{VA} = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S \text{ (apoyos con superficies planas).}$$

$$E_{VA} = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S \text{ (apoyos con superficies cilíndricas).}$$

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m^2).

η = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2) \text{ (m)}$$

H = Altura total del apoyo (m).

d_1 = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d_2 = anchura del apoyo en la cogolla (m).

4.6.1 Zapatas Monobloque.

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$$M_F \geq 1,65 \cdot (M_{EP} + M_{EV})$$

Siendo:

M_F = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

M_{EP} = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

M_{EV} = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación " M_F " se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$$M_F = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0,20) \cdot 2420 \cdot (0,5 - 2/3 \cdot \sqrt{(1,1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2)})]$$

Siendo:

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm³).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).



4.6.2 Zapatas Aisladas.

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del apoyo.

Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$$F_{RT} = \delta_t \cdot \Sigma (\gamma^2 \cdot L) \cdot \text{tg} [\Phi/2]$$

Siendo:

δ_t = Densidad de las tierras de que se trata (1600 daN/ m³).

γ = Longitudes parciales del macizo, en m.

L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.

Φ = Angulo de las tierras (generalmente = 45°).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$$P_t = V_t \cdot \delta_t, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m³ .

δ_t = Densidad de la tierra, en daN/ m³ .

h = Altura del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m.

S_s = Superficie superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m².

S_i = Superficie inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m².

Al volumen de tierra “ V_t “, habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$$P_h = V_h \cdot \delta_h, \text{ en daN.}$$

Siendo:

δ_h = Densidad del macizo de hormigón, en daN/ m³ .

$V_h = \Sigma V_{hi}$; los volúmenes “ V_{hi} ” pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en m³ .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen del tronco de pirámide, en m³ .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$; volumen de la pirámide, en m³ .

$V_i = h \cdot S$; volumen del cubo, en m³ .

h = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

S_s = Superficie superior del tronco de pirámide, en m² .

S_i = Superficie inferior del tronco de pirámide, en m² .



S = Superficie de la base del cubo o pirámide, en m^2 .

Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta " F_{EP} " se obtiene:

$$F_{EP} = 0,5 \cdot (M_{EP} + M_{EV} \cdot f) / \text{Base}, \text{ en daN.}$$

Siendo:

M_{EP} = Momento producido por el esfuerzo en punta, en $\text{daN} \cdot m$.

M_{EV} = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en $\text{daN} \cdot m$.

f = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m .

Esfuerzo vertical debido a los pesos

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$$F_V = T_V / 4 + P_a / 4 + P_t + P_h, \text{ en daN.}$$

Siendo:

T_V = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN .

P_a = Peso del apoyo, en daN .

P_t = Peso de la tierra levantada, en daN .

P_h = Peso del hormigón de la zapata, en daN .

Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$$F_T = F_{EP} + F_V, \text{ en daN.}$$

Siendo:

F_{EP} = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN .

F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN .

Comprobación de las zapatas

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad " C_S ", cuyo valor será:

$$C_S = (F_V + F_{RT}) / F_{EP} > 1,5.$$

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia " R_t ", cuyo valor será:

$$R_T = F_T / S, \text{ en daN/cm}^2.$$

Siendo:

F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN .

F_{RT} = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN .



F_{EP} = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

F_T = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.

S = Superficie de la base del macizo, en cm^2 .

4.7 Cadena de aisladores.

4.7.1 Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente " N_{AIS} ", cuyo número se obtiene:

$$N_{AIS} = N_{IA} \cdot U_{ME} / L_{LF}$$

Siendo:

N_{AIS} = número de aisladores de la cadena.

N_{IA} = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

U_{ME} = Tensión más elevada de la línea (kV).

L_{LF} = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

4.7.2 Cálculo mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores " C_{SM} " ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

$$C_{SMV} = Q_A / (P_V + P_{CA}) > 3$$

Siendo:

C_{SMV} = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

Q_A = Carga de rotura del aislador (daN).

P_V = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).

P_{CA} = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

$$C_{SMH} = Q_A / (T_{OH} \cdot n_{CF}) > 3$$

Siendo:

C_{SMH} = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

Q_A = Carga de rotura del aislador (daN).

T_{OH} = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).

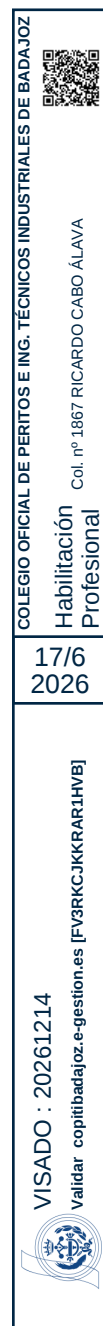
n_{CF} = número de conductores por fase.

4.7.3 Longitud de la cadena

La longitud de la cadena L_{CA} será:

$$L_{CA} = N_{AIS} \cdot L_{AIS} \text{ (m)}$$

Siendo:





L_{CA} = Longitud de la cadena (m).

N_{AIS} = número de aisladores de la cadena.

L_{AIS} = Longitud de un aislador (m).

4.7.4 Peso de la cadena

El peso de la cadena P_{CA} será:

$$P_{CA} = N_{AIS} \cdot P_{AIS} \text{ (daN)}$$

Siendo:

P_{CA} = Peso de la cadena (daN).

N_{AIS} = número de aisladores de la cadena.

P_{AIS} = Peso de un aislador (daN).

4.7.5 Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena E_{CA} será:

$$E_{CA} = k \cdot (D_{AIS} / 1000) \cdot L_{CA} \text{ (daN)}$$

Siendo:

E_{CA} = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).

$k = 70 \cdot (v/120)^2$. Según apdo 3.1.2.2.

v = Velocidad del viento (Km/h).

D_{AIS} = Diámetro máximo de un aislador (mm).

L_{CA} = Longitud de la cadena (m).

4.8 Distancias de seguridad.

4.8.1 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 o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$D = D_{ADD} + D_{EL} = 5,3 + D_{EL} \text{ (m), mínimo 6 m.}$$

Siendo:

D_{ADD} = Distancia de aislamiento adicional (m).

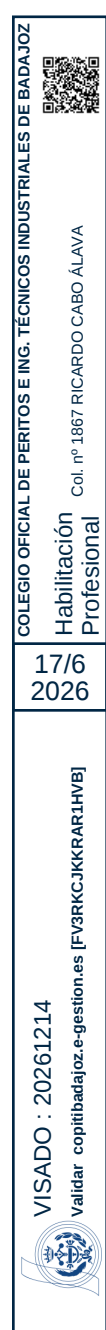
D_{EL} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

4.8.2 Distancia de los conductores entre sí

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

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

Siendo:





k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

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

F = Flecha máxima (m).

$k' = 0,75$.

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.

4.8.3 Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo " d_s " será de:

$d_s = D_{el}$ (m), mínimo de 0,2 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.

4.8.4 Angulo de desviación de la cadena de suspensión.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena " γ " no podrá ser superior al ángulo " μ " máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$\tan \gamma = (P_v + E_{ca} / 2) / (P_{-X^\circ C + V/2} + P_{ca} / 2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de alineación.

$\tan \gamma = (P_v \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + R_{av} + E_{ca} / 2) / (P_{-X^\circ C + V/2} + P_{ca} / 2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de ángulo.

Siendo:

$\tan \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

P_v = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

E_{ca} = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P_{-X^\circ C + V/2}$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una T^a X (-5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

P_{ca} = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

R_{av} = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

4.8.5 Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento.

$d_H = z \cdot \text{sena}$



Siendo:

d_H = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

z = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

5. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

Tensión de la línea: 15 kV.

Tensión más elevada de la línea: 24 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: B

5.1 Conductor.

Denominación: LA-56 (47-AL1/8-ST1A).

Sección: 54.6 mm².

Diámetro: 9.45 mm.

Carga de Rotura: 1640 daN.

Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm².

Coefficiente de dilatación lineal: $19.1 \cdot 10^{-6}$.

Peso propio: 0.185 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 0,596 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,339 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 0,738 daN/m.

5.2 Distancias de seguridad.

5.2.1 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 o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$dst_{des} = Dadd + Del = 5,3 + 0,22 = 5,52 \text{ m.}; \text{mínimo } 6\text{m.}$$

$$dst_{des} > 6 \text{ m.}$$

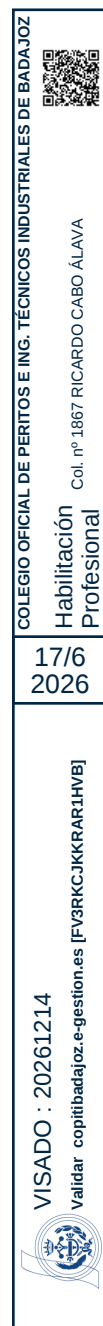
$$dst_{ais} > 6 \text{ m.}$$

$$dst_{rec} > 6 \text{ m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = 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.





5.2.2 Distancia de los conductores entre sí

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

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

$$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

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 ENTRONQUE

Cruceta Principal

$$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,26 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 1,09 \text{ m}$$

5.2.3 Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo d_{sa} será de:

$$d_{sa} = D_{el} = 0,22 \text{ m.}; \text{mínimo } 0,2 \text{ m.}$$

$$d_{sa} = 0,22 \text{ m.}$$

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.

5.3 Cruzamientos.

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.

Carretera Autonómica EX-342

Anchura: 7 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

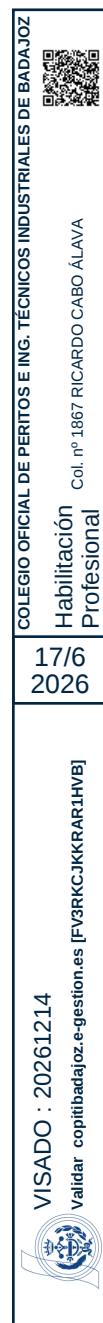
Calculada: 9,02 m.

Distancia horizontal al apoyo de Calle Hornachos:

Mínima: 0 m.

Calculada: 55,20 m.

Distancia horizontal al apoyo de Vereda de la Mora (objeto de entronque):





Mínima: 0 m.

Calculada: 110,50 m.

5.4 Tensiones y flechas en hipótesis reglamentarias.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170	6,69	236,95		441,2	538,1	1-5			

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
					15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C F(m)	-15°C F(m)	-20°C F(m)
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)			
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170	6,69	236,95	420,5	9,98	130,5	9,97	523,3	9,93		8,61	

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores		
					-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170	6,69	236,95		441,2	538,1				263,5	

5.5 Tensiones y flechas de tendido.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170	6,69	236,95			151,1	8,61	149,2	8,72	147,3	8,83	145,5	8,94

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170	6,69	236,95	143,8	9,05	142,1	9,15	140,5	9,26	138,9	9,37	137,4	9,47

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170	6,69	236,95	136	9,57	134,5	9,67	133,1	9,78	131,8	9,88	130,5	9,97	8,57

5.6 Cálculo de apoyos.

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
2	Anc. Alin.		396,6	560,6			804,7			

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Lt (m)	Dist.Min. Cond. (m)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)		
2	Anc. Alin.		804,7		1.074,1		708,4			899,9	1,5	2,24

5.7 Apoyos adoptados.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
2	Anc. Alin.		804,7		1.074,1		708,4			899,9	1,5	2,24	5





5.8 Crucetas adoptadas.

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
2	Anc. Alin.	Celosisa recto	Bóveda Plana	2,5	2,5			1,5	1,1	0,6		230

5.9 Cálculo de cimentaciones.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
2	Anc. Alin.	3.000	17,7	53.100	675,1	7,65	5.164,4	58.264,5

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. (m)	Alto Cimen. (m)	MONOBLOQUE				ZAPATAS AISLADAS							
				Coef. Comp. (daN/m³)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)	Volum. Horm. (m³)	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m³)	Dens. Tierra (Kg/m³)	Peso Tierra (daN)	Esf.Roz. Tierra (daN)	Esf. Montan. (daN)	Esf. Vert. (daN)	Coef. Seg.	Res.Cálc. Tierra (daN/cm²)
2	Anc. Alin.	1,52	2,55	10	98.903,22										

5.10 Cálculo de esfuerzos verticales sin sobrecarga.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
2	Anc. Alin.		167,2	167

5.11 Flechas en hipótesis de tracción máxima

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V F(m)	-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)	-15°C+H+V F(m)	-15°C+V F(m)	-20°C+H F(m)	-20°C+H+V F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170	6,69	170		9,51	9,65				

6. ANEXO CÁLCULOS ELECTRICOS LSMT:

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \cos \rho / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \sin \rho / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad.

Cos ρ = Coseno de fi. Factor de potencia.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.



$n = N^{\circ}$ de conductores por fase.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0)(I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C. (Conductores bimetálicos, $r_{20} = S_{\text{total}}/S(s/\rho)$, siendo ρ y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$AlMgSi = 0.03250 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Ac \text{ (Acero)} = 0.192 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Ac-Al \text{ (Acero recubierto Al)} = 0.0848 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al \text{ y demás conductores} = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^{\circ}\text{C}$$

$T_{\max}$ = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$XLPE, EPR = 90^{\circ}\text{C}$$

$$HEPR = 90^{\circ}\text{C} (105^{\circ}\text{C}, U_0/U \leq 18/30 \text{ kv})$$

$$PVC = 70^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Conductores Recubiertos} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Conductores Desnudos} = 85^{\circ}\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$ = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214
validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]



Red Alta Tensión 1 Anillo Norte a CT Colegio

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ρ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mW/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	3	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
2	2	3	47	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
3	3	4	55	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
4	4	5	55	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
5	5	6	21	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
6	6	7	36	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
7	7	8	75	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
8	8	9	39	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
9	9	10	61	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
10	10	11	14	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
11	11	12	12	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	20.000	0	18,187 A(630 kVA)
2	0,018	19.999,982	0	0 A(0 kVA)
3	0,293	19.999,707	0,001	0 A(0 kVA)
4	0,616	19.999,385	0,003	0 A(0 kVA)
5	0,938	19.999,062	0,005	0 A(0 kVA)
6	1,062	19.998,938	0,005	0 A(0 kVA)
7	1,273	19.998,727	0,006	0 A(0 kVA)
8	1,713	19.998,287	0,009	0 A(0 kVA)
9	1,941	19.998,059	0,01	0 A(0 kVA)
10	2,299	19.997,701	0,011	0 A(0 kVA)
11	2,381	19.997,619	0,012	0 A(0 kVA)
12	2,452	19.997,549	0,012*	-18,187 A(-630 KVA)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
1	1	2	0
2	2	3	0,006
3	3	4	0,007



4	4	5	0,007
5	5	6	0,003
6	6	7	0,004
7	7	8	0,009
8	8	9	0,005
9	9	10	0,007
10	10	11	0,002
11	11	12	0,001

Pérdida Potencia Activa Total = 0,05 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios. $3RI^2(kW)$:

$$1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 = 0,05 \text{ kW}$$

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

$$1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 = 0,01 \%$$

Red Alta Tensión 2 -CT Colegio a Anillo Norte

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos j : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mW/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	3	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
2	2	3	47	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
3	3	4	55	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
4	4	5	55	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
5	5	6	21	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
6	6	7	36	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
7	7	8	75	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
8	8	9	39	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
9	9	10	61	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
10	10	11	14	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1
11	11	12	12	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	200	320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	20.000	0	18,187 A(630 kVA)
2	0,018	19.999,982	0	0 A(0 kVA)
3	0,293	19.999,707	0,001	0 A(0 kVA)
4	0,616	19.999,385	0,003	0 A(0 kVA)
5	0,938	19.999,062	0,005	0 A(0 kVA)
6	1,062	19.998,938	0,005	0 A(0 kVA)



7	1,273	19.998,727	0,006	0 A(0 kVA)
8	1,713	19.998,287	0,009	0 A(0 kVA)
9	1,941	19.998,059	0,01	0 A(0 kVA)
10	2,299	19.997,701	0,011	0 A(0 kVA)
11	2,381	19.997,619	0,012	0 A(0 kVA)
12	2,452	19.997,549	0,012*	-18,187 A(-630 KVA)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
1	1	2	0
2	2	3	0,006
3	3	4	0,007
4	4	5	0,007
5	5	6	0,003
6	6	7	0,004
7	7	8	0,009
8	8	9	0,005
9	9	10	0,007
10	10	11	0,002
11	11	12	0,001

Pérdida Potencia Activa Total = 0,05 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios. $3RI^2$ (kW):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 = 0,05 kW

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 = 0,01 %

7. JUSTIFICACIÓN LEY 16/2015 DE 23 DE ABRIL, DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA.

Según se pone de manifiesto en el Anexo VI de la Ley 16/2015, dentro del epígrafe Grupo 3. Industria energética e instalaciones para el transporte de materias primas y productos. Apartado b) Instalación de líneas aéreas de energía eléctrica en suelo rural de con potencia igual o superior a 1.000 voltios y que tengan una longitud igual o superior a 1000 metros o de cualquier longitud si se encuentra en ZEPA o en zonas de protección definidas con objeto de proteger la avifauna de los efectos negativos de líneas eléctricas, proyectos no incluidos en los Anexos IV y V.

Por la presente informar que de acuerdo a las características de nuestro objeto del proyecto, se hace saber que la línea dispone de una longitud inferior a 1.000 metros, que no discurre por una zona ZEPA según la



cartografía disponible en el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España, pero si se encuentra en una zona de protección de la avifauna.

7.1 RD 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.

La presente instalación entra dentro del ámbito de aplicación del RD 1432/2008, al tener tensión asignada 15 kV y estar ubicada en una zona de protección de la avifauna, está enmarcada como de Tercera categoría, al tener tensión nominal inferior a 30 KV. La línea eléctrica habrá de ajustarse a las prescripciones técnicas establecidas en los artículos 6 y 7 del RD mencionado, sin perjuicio de la normativa electrotécnica que también les sea aplicable.

7.1.1 Medidas contra electrocución.

La línea objeto de intervención, al ser de 3ª categoría el RD da las siguientes pautas:

- Las líneas se han de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose en los apoyos de alineación la disposición de los mismos en posición rígida. Se cumple en nuestro caso.
- Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores de distribución, de derivación, anclaje, amarre, especiales, ángulo, fin de línea, se diseñarán de forma que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos. **En cualquier caso, se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión. Se aislarán los puentes en tensión.**
- Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88 m, o **se aislará el conductor central 1 m a cada lado del punto de enganche. Se cumple en nuestro caso.**
- Los diferentes armados han de cumplir unas distancias mínimas de seguridad «d», tal y como se establece en el cuadro que se contiene en el anexo. Las alargaderas en las cadenas de amarre deberán diseñarse para evitar que se posen las aves. En el caso de constatarse por el órgano competente de la comunidad autónoma que las alargaderas y las cadenas de amarre son utilizadas por las aves para posarse o se producen electrocuciones, la medida de esta distancia de seguridad no incluirá la citada alargadera. Se cumple en nuestro caso.

Las líneas aéreas construidas, en zonas protegidas, con crucetas y apoyos de materiales no aislados o que no tengan elementos disuasorios de posada, como las instalaciones que responden al presente proyecto tipo, deberán cumplir las siguientes prescripciones:

Apoyos de alineación

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214

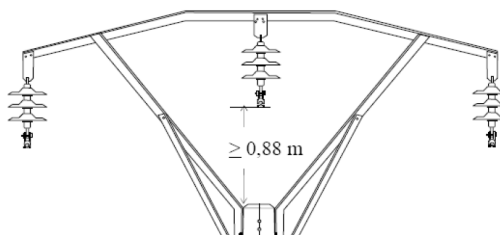
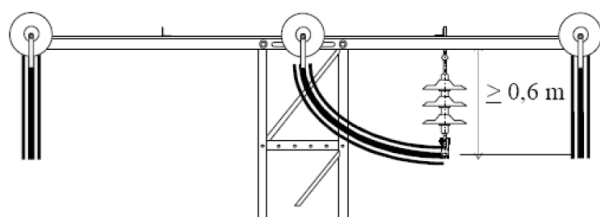
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]



- No se instalarán aisladores rígidos. Las cadenas de aisladores irán dispuestas en suspensión.
- Las crucetas serán de tipo bóveda.
- La distancia entre fases será como mínimo de 150 cm.
- En apoyos de alineación con cruceta de bóveda la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88 m. o se aislará el conductor central 1m a cada lado del punto de enganche.

Apoyos de amarre, derivación, seccionamiento y otros apoyos especiales.

- Las crucetas serán de tipo bóveda ó recta, reforzadas para soportar las acciones de los tenses de la formación de ángulos.
- En las crucetas se dispondrán medidas disuasorias eficaces de posada para las aves. En su defecto, todos los puentes de los apoyos de amarre, derivación, seccionamiento y de otros apoyos especiales deberán estar recubiertos por un material que impida el contacto directo de las aves con las partes en tensión y se recubrirá la parte del conductor que llega a la cadena de aisladores de modo que se consiga la distancia total de 70 cm. Cuando no se adopten cualquiera de estas medidas la distancia mínima entre conductores y apoyo será como mínimo de 100 cm.
- No se podrán colocar puentes por encima de la cabecera de los apoyos, salvo que técnicamente se justifique su necesidad, en cuyo caso deberán estar recubiertos por un material que impida el contacto directo de las aves con las partes en tensión.



7.1.2 Medidas de prevención contra la colisión.

En las condiciones de diseño y puesta en funcionamiento deberá cumplirse:

- **Se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales** cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma. Se cumple en nuestro caso.
- Los salvapájaros o señalizadores visuales se instalarán en los conductores de fase (al no existir el de tierra), se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada 10 metros (si el cable de tierra es único) a tresbolillo. La señalización en conductores se realizará de modo que



generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. Esta disposición se cumple en nuestro caso teniendo en consideración que los salvapájaros o señalizadores serán del tamaño mínimo siguiente:

- Espirales: Con 30 cm de diámetro $\times$ 1 metro de longitud.
- De 2 tiras en X: De 5 $\times$ 35 cm.

7.2 Decreto 47/2004, de 20 de abril, por el que se dictan normas de caracter técnico de adecuación de las líneas eléctricas para la protección del medio ambiente en extremadura.

A continuación, se enumeran las medidas correctoras que se han considerado para la protección de la avifauna con objeto de la modificación y adecuación de ramal de Media Tensión en la zona rural limítrofe con el casco urbano de la localidad de Ribera del Fresno sobre el que se va a actuar. De acuerdo a lo establecido en el Decreto 47/2004, Artículo 3.- Condiciones Técnicas de las Líneas Eléctricas con tensión superior a 1.000 voltios, las instalaciones eléctricas de alta tensión deberán cumplir las siguientes condiciones técnicas

7.2.1 Medidas contra electrocución.

- Apoyos de alineación de simple circuito: No se instalarán aisladores rígidos. Las cadenas de aisladores irán dispuestas en suspensión. Las crucetas serán preferentemente de tipo bóveda, salvo que se justifique técnicamente otra disposición. La distancia entre fases será como mínimo de 150 cm. La distancia mínima entre conductores y cruceta será de 35 cm.
- Apoyos de amarre, derivación, seccionamiento y otros apoyos especiales: Las crucetas serán preferentemente tipo bóveda, salvo que técnicamente se justifique otra disposición. No se instalarán aisladores rígidos. La distancia entre fases será como mínimo de 150 cm. En las crucetas se dispondrán medidas disuasorias eficaces de posada para las aves. En su defecto, todos los puentes de los apoyos de amarre, derivación, seccionamiento y de otros apoyos especiales deberán estar recubiertos por un material que impida el contacto directo de las aves con las partes en tensión y se recubrirá la parte del conductor que llega a la cadena de aisladores de modo que se consiga la distancia total de 70 cm. Cuando no se adopten cualquiera de estas medidas la distancia mínima entre conductores sin recubrimiento y cruceta será de 70 cm. No se podrán colocar puentes por encima de la cabecera de los apoyos, salvo que técnicamente se justifique su necesidad, en cuyo caso deberán estar recubiertos por un material que impida el contacto directo de las aves con las partes en tensión.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Colegiación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCKKKR1HVB]

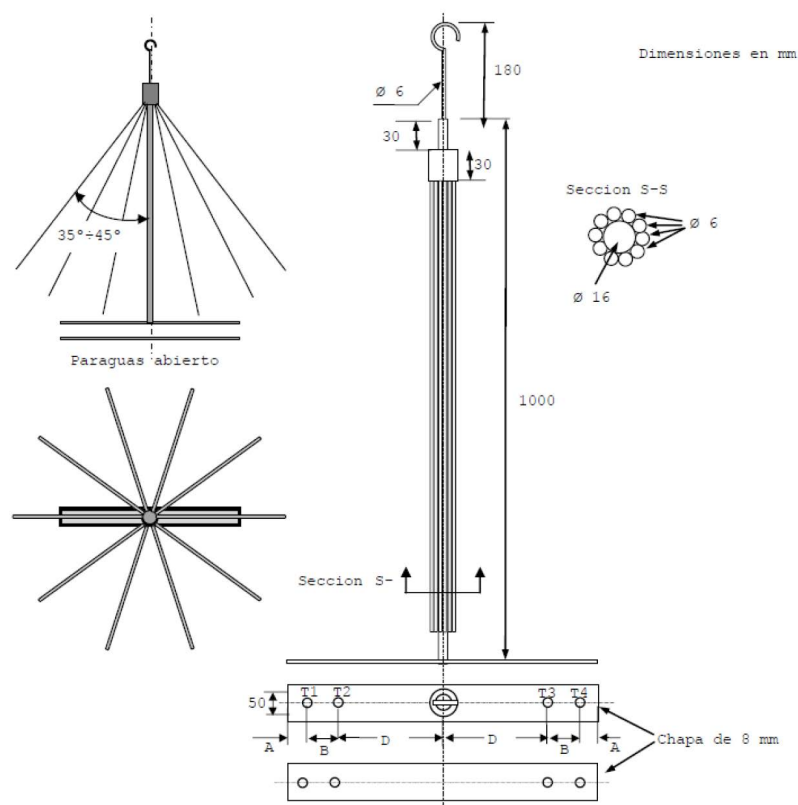


7.2.2 Medidas anticolidión:

La norma dice “La Dirección General de Medio Ambiente determinará, en función de la densidad de paso de aves y/o presencia de especies protegidas, aquellos tramos de las líneas en que sea precisa la señalización de los conductores para evitar la colisión de las mismas. En estos casos, la señalización de los conductores se realizará mediante espirales salvapájaros, balizas u otro tipo de señalizadores visuales por cada 10 metros lineales, como mínimo, distribuidos a tresbolillo en los tres conductores, de forma que en un mismo conductor se sitúen cada 30 metros” En nuestro caso se dispondrán de elementos señalizadores cada 10 m instalados a tresbolillo.

7.2.3 Medidas antinidificación

Se instalarán Bóvedas curvas. En el caso de existir en algún caso plataformas rectas así como en aquellos en los que se realicen derivaciones, se instalarán paraguas antinidificación, al menos 3 en cada plataforma. Estos elementos responderán al diseño de la figura adjunta:



7.2.4 Medidas Impacto paisajístico:

Para el trazado se ha tomado en cuenta lo que dice la norma con respecto a la disminución del impacto paisajístico de las líneas eléctricas se establecen como recomendaciones a seguir para su establecimiento:

- Construir las líneas a corta distancia y en paralelo respecto de las líneas de comunicación ya existentes (carreteras, vías férreas, caminos, etc.), respetando las distancias de seguridad.



- Cuando existan otras líneas eléctricas, trazar las nuevas lo más cercanas posibles a las existentes, estableciendo pasillos o corredores.
- En zonas de relieve accidentado, las líneas se trazarán evitando las cumbres y adaptándose a los cambios naturales del terreno, siempre que sea posible.
- Al objeto de lograr cierta uniformidad en el entorno paisajístico, y siempre que sea posible, se procurará que el material constitutivo de los apoyos sea de similares características a los ya existentes en la zona y que, en el caso de utilizar centros de transformación interiores, sus características externas guarden relación con las construcciones de la zona donde se ubiquen.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKRAR1HVB]





MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACION.

Se redacta el presente capítulo del proyecto de CENTRO DE TRANSFORMACION - ENTRONQUE AEREO SUBTERRANEO Y LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION por encargo de la Sociedad Eléctrica de Ribera del Fresno S.L. cuya finalidad, es generar un Centro de Transformación MT/BT para la mejora de la capacidad de suministro de energía eléctrica a las zonas extrarradio y expansión de la localidad de Ribera del Fresno, vinculada al mismo.

2. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que el centro de transformación MT/BT que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

3. EMPLAZAMIENTO.

El Centro de Transformación, ubicado en Edificio prefabricado PFU4 de uso exclusivo para tal fin, se halla situado en el entorno de la rotonda de Calle Hornachos con Avda. del Cuartel, en las proximidades del CEIP Meléndez Valdés, dentro del casco urbano de la localidad de Ribera del Fresno. En la imagen que se muestra a continuación se puede observar el área en el que se va a enclavar nuestra instalación de CT.



**UBICACIÓN CENTRO
TRANSFORMACION**



Tal y como se puede apreciar en la anterior imagen, al área destinada para la ubicación del edificio, se accede al CT, directamente desde una vía público.

La ubicación y los accesos deberán permitir:

- El movimiento y colocación de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación con medios mecánicos.

- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.

- El mantenimiento y sustitución del material que compone el mismo.

Las distancias de los conductores a edificios o construcciones cumplirán con lo especificado en RLEAT.

4. DEFINICIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.

La edificación y la aparamenta que conforman el centro de transformación objeto del presente proyecto es de tipo interior en un edificio prefabricado de la marca Ormazabal modelo PFU4.

La creación de este centro, viene motivada para la mejora del suministro de las zonas de afección ante una mayor demanda de los usuarios de la zona, principalmente destinado a edificaciones de uso residencial y edificios uso administrativo y educativo, con el fin de conseguir mejores prestaciones de servicio para los usuarios.

La línea de alimentación es subterránea, en simple circuito trifásico, procedente del Anillo Norte, de tensión 15/20kV y frecuencia 50 Hz, siendo por redes propias de la compañía distribuidora de la localidad.

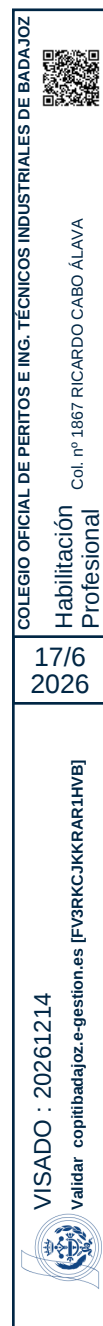
4.1. Características generales del centro de transformación.-

Edificio de Transformación: pfu.4/20

- Descripción

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

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





- Envolverte

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolverte.

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

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

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

- Placa piso

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

- Accesos

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

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

- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ	
	
Habilitación Profesional	Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA
17/6 2026	
VISADO : 20261214	
	
validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKRAR1HVB]	



un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

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

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

- Calidad

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

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

- Características Detalladas

Nº de transformadores:	1
Tipo de ventilación:	Doble
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso
Dimensiones exteriores	
· Longitud:	4460 mm
· Fondo:	2380 mm
· Altura:	3045 mm
· Altura vista:	2585 mm
· Peso:	13465 kg

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214
validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HV8]



Dimensiones interiores

- Longitud: 4460 mm
- Fondo: 2380 mm
- Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación

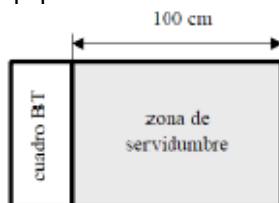
- Longitud: 5260 mm
- Fondo: 3180 mm
- Profundidad: 560 mm

4.1.1. Características del local.- Superficies de ocupación

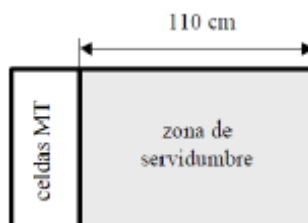
Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CT se tomarán en consideración las dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según la ITC-RAT 14, no incluyendo la separación a pared de la aparamenta que debe facilitar el fabricante. En el diseño de CT las zonas de servidumbre podrán superponerse. En el Centro de Transformación que nos ocupa, se cumplirán todas las zonas de servidumbre.

Zonas de servidumbre:

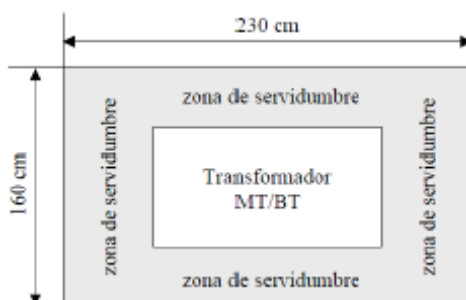
- Cuadro de distribución modular de BT y equipos de control:



- Celdas MT:



- Transformador MT/BT:





4.2. Características eléctricas de la instalación

4.2.1. Alumbrado interior

Constituido por un punto de luz por cada compartimiento mandado por un interruptor.

La instalación eléctrica será canalizada en superficie y estará montada en canaletas de material aislante que cumplan con el método B, categoría FV-1 de la Norma UNE EN 60 695-11-10, con la Norma UNE EN 60 695-2-11, para una temperatura de 90° y tendrán un grado mínimo de protección IK07, según la Norma UNE EN 50 102.

El cableado se realizará con conductor de cobre de 2,5 mm², según la Norma NI 56.10.00.

El conjunto canaleta-cable deberá soportar el ensayo de tensión aplicada de 10 kV (valor eficaz) durante 1 minuto.

Para la iluminación, el Centro de Transformación compacto dispondrá de 2 luminarias con un grado de protección IP 44 e IK 08, según las normas UNE 20 324 y UNE EN 50 102 respectivamente, con base de polipropileno y difusor de policarbonato y con una potencia luminosa medida mínima de 1.200 lúmenes.

El difusor será desmontable sin necesidad de herramienta.

En el dintel de las bisagras de la apertura de la puerta de entrada de hombre y a una altura del suelo de aproximadamente 1,2 m, se deberá instalar una caja general de mando y protección con interruptor diferencial de sensibilidad 30 mA y protección contra cortocircuitos adecuada para alimentar la instalación de alumbrado.

En el dintel opuesto a las bisagras de la apertura de la puerta de entrada de hombre, deberá llevar un interruptor, de montaje saliente de 250 V 10 A, con carcasa de material aislante y grado de protección IP 44 según UNE 20 324 e IK 07 según UNE EN 50 102.

4.2.2. Características instalación eléctrica.

4.2.2.1. Características de la red de alimentación

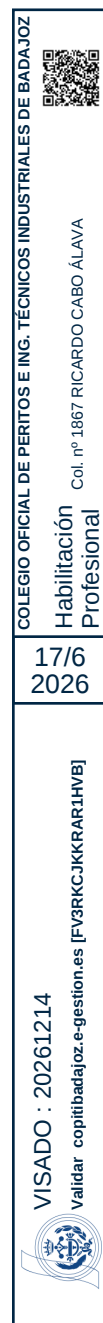
La acometida al Centro de Transformación se realizará por cable subterráneo, alimentando al Centro mediante una red de Media Tensión de tensión nominal 24 kV y tensión de servicio 15 kV con una frecuencia industrial de 50 Hz.

La potencia total instalada en CT Colegio será de 630 kVA.

La potencia máxima de cortocircuito soportada por la red de alimentación será de 375 MVA .

4.2.2.2. Características constructivas

Las celdas, constituyen un conjunto de celdas prefabricadas para distribución en M.T., concebidas para uso interior, asegurando por tanto:





- La seguridad del personal.
- La seguridad del mantenimiento con una gran fiabilidad y un mantenimiento reducido.
- Dimensiones reducidas.
- Gran flexibilidad de utilización.
- Posibilidad de futuras ampliaciones tanto en celda de línea como celda de protección.

Todas y cada una de las celdas objeto del presente proyecto disponen de los enclavamientos mecánicos y eléctricos conforme a lo dictado por la UNE 20099 que permiten asegurar tanto al personal como a la instalación.

4.2.2.3. Características generales de la aparamenta

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

4.2.2.3.1. Celdas de distribución secundaria

Celdas: *cgm.zero24 -2lp*

El sistema *cgm.zero24* está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

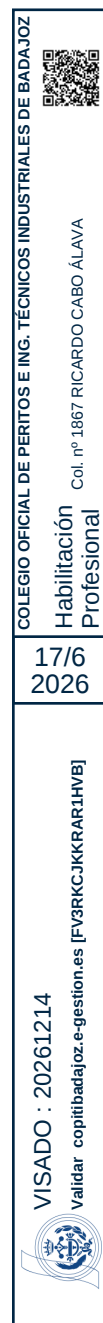
- Celdas *cgmcosmos*

El sistema *cgm.zero24* es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema *cgmcosmos* modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados *ormalink*, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

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



La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

- Cuba

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, evita, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda cgmcosmos y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema cgm.zero24 tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

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

- Mando

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

- Compartimento de mecanismos de maniobra (Celda cgm.zero24 L)

En este compartimento se realiza la actuación sobre el interruptor-seccionador, seccionador de puesta a tierra o el interruptor automático, dependiendo del tipo de función. En la tapa de este compartimento está reflejado el esquema sinóptico del circuito principal de media tensión.

Mecanismo de maniobra: BM (Basculante motorizado).

- Fusibles (Celda cqm.zero24-p)



En las celdas cgm.zero24-p , los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas cgm.zero24 es que:

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

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas cgmcosmos son las siguientes:

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400/630 A
- Intensidad asignada en las entradas/salidas: 400/630 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 50/52 kA
- Nivel de aislamiento

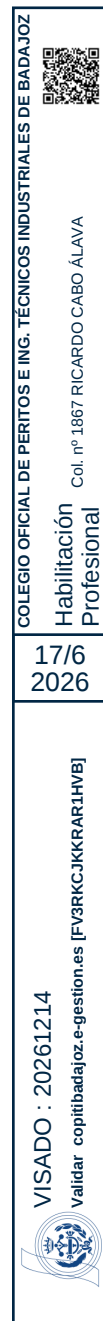
Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases (cresta): 125/145 kV

- Otras características constructivas





- Mando interruptor 1 y 2: manual tipo BM
- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Intensidad fusibles: 3x63 A

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

CGM.ZERO24-L Función de línea: Celda modular de línea, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto y puesto a tierra

Características eléctricas			IEC
Tensión asignada	U_r [kV]		24
Frecuencia asignada	f_r [Hz]		50/60
Corriente asignada (embarrado y línea)	I_r [A]		400/630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)			
Entre fases y tierra	U_d [kV]		50
A través de la distancia de seccionamiento	U_d [kV]		60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo			
Entre fases y tierra	U_p [kV]		125
A través de la distancia de seccionamiento	U_p [kV]		145
Clasificación arco interno	I_{AC}		AFL [R] ⁽¹⁾ 16/20 kA 1 s
Tensión de corriente continua soportada	[kV]		70
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)			
Valor $t_k = (x)$ s	I_k [kA]		16 (1-3 s) / 20 (1 s)
Valor de pico	I_p [kA]		40/52
Poder de corte de corriente principalmente activa	I_1 [A]		400/630
Poder de corte - carga de cable / carga de línea	I_{a1} [A]		50/1,5
Poder de corte bucle cerrado	I_{a2} [A]		400/630
Poder de corte de falta a tierra	I_{a6} [A]		160
Poder de corte de cables y líneas en vacío en condiciones de falta a tierra	I_{ab} [A]		100
Corriente de conmutación de magnetización del transformador	[A]		21
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma} [kA]		40/52
Categoría del interruptor			
Endurancia mecánica			M1/M2
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			E3
Seccionador de puesta a tierra			IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)			
Valor $t_k = (x)$ s	I_k [kA]		16 (1-3 s) / 20 (1 s)
Valor de pico	I_p [kA]		40/52
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	I_{ma} [kA]		40/52
Categoría del seccionador de puesta a tierra:			
Endurancia mecánica (manual)			M0
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			E2



CGM.ZERO24-L Función de protección con fusible: Celda modular de protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) y protección con fusibles (HRC MV).

Características eléctricas		IEC
Tensión asignada	U_r [kV]	24
Frecuencia asignada	[Hz]	50/60
Corriente asignada		
Interconexión general de embarrado y celdas	I_r [A]	400/630
Bajante de transformador	I_r [A]	200
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1min)		
Entre fases y tierra	U_d [kV]	50
A través de la distancia de seccionamiento	U_d [kV]	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo		
Entre fases y tierra	U_p [kV]	125
A través de la distancia de seccionamiento	U_p [kV]	145
Clasificación arco interno	I_{AC}	AFL [R] ⁽¹⁾ 16/20 kA 1 s
Interruptor-seccionador		IEC 62271-103 + IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)		
Valor $t_k = (x)$ s	I_k [kA]	16 (1-3 s) / 20 (1 s)
Valor de pico	I_p [kA]	40/52
Poder de corte de corriente principalmente activa	I_l [A]	200
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma} [kA]	40/52
Categoría del interruptor		
Endurancia mecánica		M1
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		E3
Seccionador de puesta a tierra		IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)		
Valor $t_k = (x)$ s	I_k [kA]	16 (1-3 s) / 20 (1 s)
Valor de pico	I_p [kA]	40/52
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	I_{ma} [kA]	40/52
Categoría del seccionador de puesta a tierra:		
Endurancia mecánica (manual)		M0
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		E2

4.2.2.3.2. Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

Transformador 1: transformador aceite 24 kV

Los transformadores se ajustarán a lo especificado en la Norma GST001 MV/LV Transformers.

La refrigeración será por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen naturalmente alrededor de la cuba, corresponde a la denominación ONAN según norma UNE-EN 60076-1.

Las normas que dan presunción de conformidad para el cumplimiento con el Reglamento (UE) N° 548/2014 son las siguientes:



- EN 50588-1. "Medium power transformers 50 Hz, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV — Part 1: General requirements".
- EN 50629. "Energy performance of large power transformers ($U_m > 36 \text{ kV}$ or $S_r \geq 40 \text{ MVA}$)".

Todos los transformadores deben cumplir la norma UNE-EN 60076-2.

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: $\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$, $+ 7,5\%$
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

4.2.2.3.3. Protecciones

4.2.2.3.3.1. Protección contra sobreintensidades

En base a lo indicado en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1 referente a la protección de transformadores MT/BT, estos deberán protegerse contra sobreintensidades producidas por sobrecargas o cortocircuitos, ya sean externos en la baja tensión o internos en el propio transformador.

La protección se efectuará limitando los efectos térmicos y dinámicos mediante la interrupción del paso de la corriente, para lo cual se utilizarán cortacircuitos fusibles. La fusión de cualquiera de los fusibles dará lugar a la desconexión trifásica del interruptor-seccionador de protección del transformador.

4.2.2.3.3.2. Protección contra sobrecargas del transformador

Los transformadores se protegerán contra sobrecargas por medio de dispositivos térmicos que detecten la temperatura del devanado o del medio refrigerante, esta protección la provee una sonda que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador y que provoca el disparo del interruptor-seccionador de la celda de protección de dicho transformador.

Se seguirá lo indicado en la Norma UNE-IEC 60076-7 Parte 7 "Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceite".

El ajuste de esta sonda será de 95 °C para un nivel de alarma y de 105 °C para el disparo.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]






4.2.2.3.3.3. Protección contra cortocircuitos externos

La protección contra cortocircuitos externos en el puente que une los bornes del secundario del transformador y el cuadro de BT, y en su propio embarrado estará asignada a los fusibles de MT.

Los calibres a utilizar están recogidos en el documento Guía técnica del sistema de protecciones de la red MT, de referencia FGC002.

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación no deberán repercutir en el transformador.

En el presente proyecto para el transformador la intensidad asignada de los fusibles que se instalarán será 63A para cada transformador de 630kVA.

4.2.2.3.3.4. Protección contra sobretensiones en MT

En el caso de existir transición de línea aérea a subterránea para alimentar el CT, se instalará, en el punto de conversión, una protección contra sobretensiones de la aparamenta instalada en el CT mediante pararrayos. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

Los pararrayos cumplirán la Norma AND015 Pararrayos óxidos metálicos sin explosores redes MT hasta 36 kV. Cada trafo llevará un conjunto de Pararrayos Autoválvulas MT-24kV/10kA. (RA-5002) (Cooper).

4.2.2.3.4. Cables y terminales de MT para conexión entre trafo y aparamenta

Al igual que para las líneas de alimentación, se utilizarán cables unipolares aislados con aislamiento de polietileno reticulado según la Norma GSC001, Technical specification of medium voltage cables.

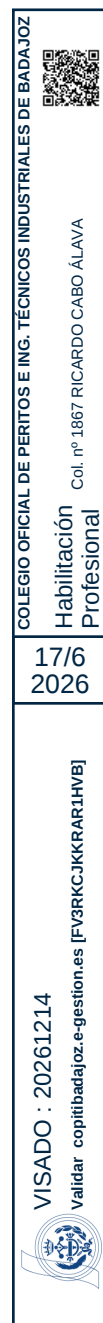
Se emplearán cables de aluminio de 240 mm² de sección para la tensión más elevada del material 24 kV.

Para el transformador los terminales podrán ser convencionales o enchufables en función de las características del transformador instalado de acuerdo a lo indicado en la Norma GST001 MV/LV Transformers. Para las celdas de MT, serán siempre de tipo enchufable.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

4.2.2.3.5. Puentes de baja tensión

La unión entre las bornas de BT del transformador y el cuadro de BT se efectuará por medio de cables aislados unipolares de aluminio del tipo XZ1, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina, de tensión nominal 0,6/1 kV, que se ajustarán a lo especificado en la Norma GSC002 Technical specification of low voltage cables with rated voltage, y sección 5 x (1 x 240) + 5 x 1 x 240 mm² en Aluminio.





La composición de los puentes de BT, en función de la potencia y la tensión del secundario del transformador, se determina en el capítulo correspondiente del documento Cálculos Justificativos.

En general, los puentes de BT de los CT se instalarán al aire. En caso de instalarse sobre bandejas, preferiblemente serán de PVC y si se disponen sobre bandejas metálicas deberán conectarse a la red de tierra de protección.

4.2.2.3.6. Cuadros de baja tensión

El CT está dotado de un cuadro modular de distribución de baja tensión, cuya función es la de recibir el circuito principal de BT procedente del transformador y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales. El cuadros de BT cumplirán lo establecido en la Norma FNL002, Cuadro BT para 4+4 salidas.

Las bases portafusibles a utilizar serán del tipo CBTA Metálico de Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco.

Cada cuadro de BT podrá estar constituido por un único módulo o por asociación de dos módulos, uno de cada una de las dos clases establecidas. En nuestro proyecto, contaremos con un cuadro de baja por cada Transformador, con cuatro + cuatro salidas, siendo todas ellas de 400A.

Las bases portafusibles a utilizar serán las BC400, aptas para fusibles – tamaño 2 – de 400 A.

4.2.2.3.6.1. Toma de tierra

El bastidor metálico del cuadro dispondrá de una conexión para la puesta a tierra para unión mediante terminal, o bien por una abrazadera aprietacables, tanto en el módulo de acometida como en el de ampliación.

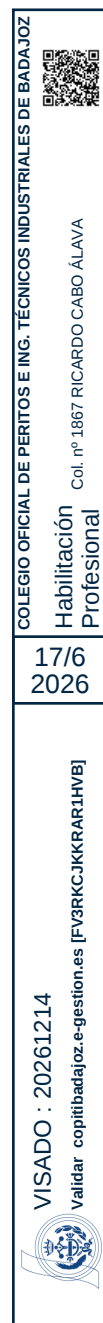
La barra de neutro, aun estando aislada del bastidor, dispondrá de una trenza de Cu 50 mm² de conexión entre la misma y la masa metálica del cuadro. Dicha conexión deberá eliminarse en el momento de la instalación, pues la puesta a tierra del neutro debe ser independiente de la de masas (tierras separadas).

4.2.2.3.6.2. Circuito de alumbrado

Para el alumbrado interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel medio de iluminación de 150 lux. En cualquier caso, se colocarán como mínimo dos puntos de luz, dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación y que su sustitución pueda realizarse sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Para ejecución del circuito de alumbrado y servicios auxiliares se utilizarán como mínimo, conductores del tipo H05V-K de cobre de 2,5 mm² de sección, clase 5 y aislamiento termoplástico, alojados en el interior de tubos aislantes.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que





indique su presencia.

4.2.2.3.6.3. Compensación de energía reactiva en transformadores.

La compensación de energía reactiva de los transformadores debe ser la necesaria para corregir la reactiva que aparece en su funcionamiento en vacío, que es una cantidad fija (Q_0), y la reactiva que absorbe cuando se encuentra en carga (Q_{carga}).

$$Q_{compensar} = Q_0 + Q_{carga}$$

$$Q_{compensar} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_0}{100} + \frac{U_{cc}}{100} \cdot \left(\frac{S}{S_n} \right)^2 \cdot S_n$$

donde:

I_0 = corriente de vacío en %

U = tensión nominal en el primario

U_{cc} = tensión de cortocircuito en %

S = potencia aparente nominal

S_n = potencia de trabajo

En la práctica se puede aproximar como:

$$Q_{compensar} = 0,05 \cdot S_{nominal} \text{ si } S_n < 1000 \text{ kVA}$$

$$Q_{compensar} = 0,03 \cdot S_{nominal} \text{ si } S_n > 1000 \text{ kVA}$$

El equipo seleccionado en nuestra instalación para la compensación de la energía reactiva, es 63 kVAr para una tensión de 440V para el Transformador de 630 kVA.

4.2.3. Red de tierras interiores.

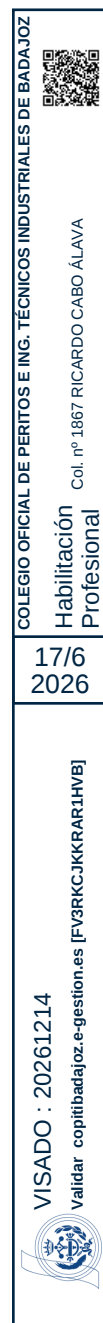
Todas las estructuras metálicas, incluida la armadura del Centro, están unidas entre si y centralizadas en una borna de conexión. En el interior del edificio existirán dos cajas seccionadoras para la comprobación de las tierras. Estas se ubicarán en un punto de fácil acceso. La red de tierras interiores está constituida por pletina y cable desnudo de cobre de 50 mm² de sección.

Existe la posibilidad de separar la tierra de las masas metálicas de la tierra del neutro del transformador.

4.2.3.1. Instalación de puesta a tierra

El CT estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CT.

En general la instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el de Protección y el de Servicio, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la tensión inducida sobre el





electrodo de puesta a tierra del neutro de BT no sea superior a 1.000 V.

La separación mínima entre los electrodos de las tierras de protección y de servicio se calcula en la Memoria de Cálculos Justificativos.

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de servicio en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra de protección sean tales que, ante un posible defecto a tierra, la elevación de potencial originada sea inferior a 1.000 V.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra de protección, con carácter general las masas de MT y BT, y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envolvente metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de protección.

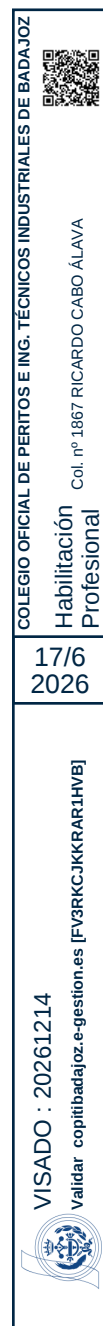
Al circuito de puesta a tierra de servicio se conectará el neutro de BT del transformador y la barra general de neutro del cuadro de BT.

4.2.3.1.1. Diseño de la instalación de puesta a tierra

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

El método UNESA establece el siguiente procedimiento a seguir para el diseño de la instalación de puesta a tierra de un CT:

- 1.- Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.
- 2.- Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto.





El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro, pudiendo ser:

- Neutro aislado
- Neutro unido a tierra
- Directamente
- Mediante impedancia

3.- Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

4.- Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.

5.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.

6.- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.

7.- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 "Instalaciones de puesta a tierra".

8.- Investigación de las tensiones transferidas al exterior.

9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

En el documento de Cálculos Justificativos del presente Proyecto se desarrolla el procedimiento de cálculo y justificación de la instalación de puesta a tierra que se aplicará a cada CT específico en proyecto.

4.2.3.1.2. Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son los electrodos de puesta a tierra y las líneas de tierra.

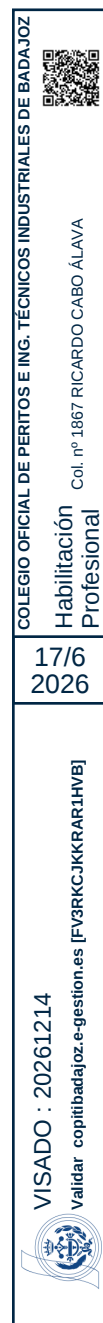
- Electrodos de puesta a tierra

Dependiendo de las características del CT, podrán estar formados por:

- Picas de acero recubierto de cobre.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).
- Combinación de picas y conductores horizontales.

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m. Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la del extremo superior de las picas.

- Líneas de tierra





Las líneas de tierra de protección y de servicio estarán constituidas por conductores de cobre, para los que se adoptará con carácter general la sección mínima de 50 mm².

La línea de tierra del neutro estará aislada en todo su recorrido con un nivel de aislamiento de 10 kV eficaces en ensayo de corta duración (1 minuto) a frecuencia industrial y de 20 kV a impulso tipo rayo 1,2/50 ms.

4.2.3.1.3. Ejecución de la instalación de puesta a tierra de protección

La puesta a tierra de protección se ejecutará, siempre que sea posible, mediante un electrodo horizontal formado por cable de cobre de 50 mm² de sección (C-50) soterrado bajo la solera del CT, de forma cuadrada o rectangular, complementado, con picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro clavadas en el terreno en los vértices de polígono. En número de picas será el suficiente para conseguir la resistencia a tierra prevista, atendiendo a lo dispuesto según el método de cálculo UNESA.

Con el objeto de facilitar la conexión de los distintos elementos se instalará, grapeado a las paredes interiores del CT, ligeramente separado de éstas, y a unos 30 cm del nivel del suelo, un anillo perimetral con cable de cobre desnudo de 50 mm² al que se conectarán, también mediante cables de cobre desnudo y piezas de conexión con apriete mecánico según UNE 21021.

Para conexión del mallazo equipotencial de la solera se utilizarán al menos dos latiguillos de cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección dispuestos en dos puntos diametralmente opuestos del CT.

El anillo perimetral del interior del edificio, se conectará al electrodo de puesta a tierra mediante, al menos, dos latiguillos de cable de cobre de 50 mm² de sección, situados en dos puntos opuestos.

Para el paso a través de la solera los latiguillos de conexión discurrirán por el interior de tubos de PVC.

En la instalación de la puesta a tierra de protección y en la conexión de elementos a la misma, se cumplirán las siguientes condiciones:

- El recorrido de la línea que constituye el circuito de protección será rectilíneo y paralelo o perpendicular al suelo del CT.
- La parte de la instalación de la puesta a tierra de protección que discurre por el interior del CT será revisable visualmente en todo su recorrido.
- Llevarán dos bornes accesibles para la medida de la resistencia de tierra y será posible la inserción de una pinza amperimétrica para la medición de la corriente de fuga o la continuidad del bucle.
- Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas, químicas o de cualquier otra índole.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214
validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKRARIHV8]



- No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores del CT, tales como puertas de acceso, rejillas de ventilación, etc.
- La pletina de puesta a tierra de las celdas de distribución secundaria se conectará al circuito de protección en al menos dos puntos.
- Igualmente, la cuba del transformador se conectará, por lo menos en dos puntos, a la puesta a tierra de protección.
- La envolvente del cuadro de BT estará conectada al circuito de protección, mientras que la pletina de conexión del neutro de BT lo estará al de servicio.

4.2.3.1.4. Ejecución de la puesta a tierra de servicio

Para la puesta a tierra de servicio se utilizará un electrodo constituido por picas alineadas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, clavadas en zanja a una profundidad mínima de 0,5 m.

El número de picas a instalar estará determinado por la condición de que la resistencia de puesta a tierra debe ser inferior a 37 Ω .

Al igual que para la puesta a tierra de protección se instalará un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.

La distancia mínima entre los electrodos de puesta a tierra de protección y de servicio cumplirá la condición de no ser inferior a la obtenida por la fórmula que la determina en el documento de Cálculos Justificativos.

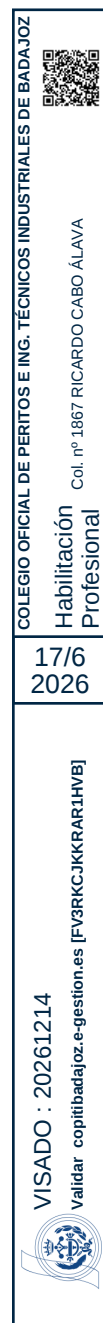
La línea de tierra se ejecutará con cable de cobre aislado 0,6/1 kV del tipo RV ó de 50 mm² de sección. Partirá de la pletina de neutro del cuadro de BT y discurrirá, por el fondo de una zanja a una profundidad mínima de 0,5 m hasta conectar con las picas de puesta a tierra.

4.2.4. Limitación de los campos magnéticos

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

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

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de





transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

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

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

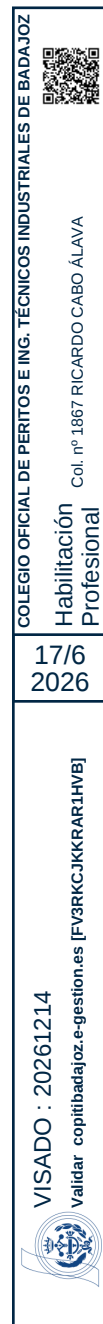
En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

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

4.2.4.1. Medidas de atenuación de campos magnéticos

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

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





apantallamiento.

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

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

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

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

Normas de Aplicación:

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

4.2.5. Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITCRAT 14 apartado 4.4, utilizándose preferentemente el sistema de ventilación natural.

El flujo de aire se establecerá por la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del CT en el que la temperatura es mayor debido a las pérdidas del transformador que se disipan en forma de calor. Por este motivo, se produce la entrada de aire fresco del exterior al interior del CT a través de las rejillas de ventilación inferiores, y la consecuente salida de aire caliente al exterior por las rejillas superiores.

La ubicación de las rejillas de ventilación se elegirá procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre el transformador, colocando las rejillas de entrada y salida, preferentemente, sobre fachadas opuestas del CT.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]






Las rejillas de ventilación comunicarán preferiblemente con el exterior.

Los huecos destinados a la ventilación deben estar protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán dispuestos o protegidos de forma que en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Deberán tener la forma adecuada o disponer de las protecciones precisas para impedir la entrada del agua de lluvia.

El cálculo de la sección de las rejillas de ventilación se realizará de acuerdo a las indicaciones del documento Cálculos Justificativos del presente Proyecto.

4.2.6. Señalización y material de seguridad

El CT estará dotado de los siguientes elementos de señalización y seguridad:

- Las puertas de acceso llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4-10, modelo CE-14.
- En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4-10, modelo AE-10.
- Las celdas prefabricadas de distribución secundaria y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.
- La señal CR-14 C de Peligro Tensión de Retorno se instalará en el caso de que exista este riesgo.
- En un lugar bien visible del interior se colocará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- La identificación exterior se realizará mediante una placa de señalización.

5. ANEXO DE CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.

5.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

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

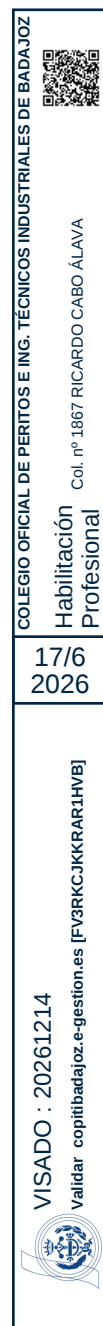
$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:





Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
trafo 1	630	20	18.19

5.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

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

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

S = Potencia del transformador en kVA.

U_s = Tensión compuesta secundaria en V.

I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

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

5.3. CORTOCIRCUITOS.

5.3.1. Observaciones.

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

5.3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

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

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

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

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

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

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

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc} (\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

5.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.



Scs (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
350	20	10.1

5.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

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

5.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 400 A.

Límite térmico, 1 s. : 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico : 40 kA cresta.

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

5.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

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

5.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

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

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

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

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

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Ormazabal conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

5.4.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.

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



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

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

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

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Ormazabal conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

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

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

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

Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

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

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

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	63

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

Protección en Baja Tensión.

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

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

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



5.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

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

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

siendo:

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

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

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

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

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

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

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Ormazabal PF4, éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

5.7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

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

5.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

5.8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 $\Omega \cdot m$.

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

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

Tipo de neutro.

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

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

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

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

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

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.



- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 1.

5.8.3. Diseño de la instalación de tierra.

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

TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

TIERRA DE SERVICIO.

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

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

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

5.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 20000 \text{ V}$.
- Puesta a tierra del neutro:
 - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{bt} = 10000 \text{ V}$.
- Características del terreno:
 - $\rho_{\text{terreno}} (\Omega\text{m})$: 150.
 - ρ_H hormigón (Ωm): 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

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

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{d\text{máx}} (\text{A})$$

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]



· Aumento del potencial de tierra, U_E :

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

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 40-25/5/42.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 4x2.5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.105$.
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0244$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0534$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot r = 0.105 \cdot 150 = 15.75 \Omega.$$

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

$$U_E = R_t \cdot I_d = 15.75 \cdot 300 = 4725 \text{ V.}$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

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

Los parámetros característicos del electrodo son:

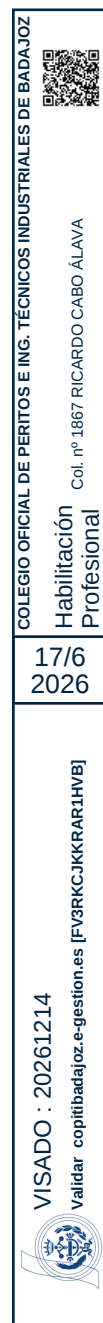
- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.135$.

Sustituyendo valores:

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

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

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





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

$$U_p = K_p \cdot r \cdot I_d = 0.0244 \cdot 150 \cdot 300 = 1098 \text{ V.}$$

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

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

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

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

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

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

$$U_p (\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0534 \cdot 150 \cdot 300 = 2403 \text{ V.}$$

5.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

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

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

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

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

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)].$$

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

Siendo:

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

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

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

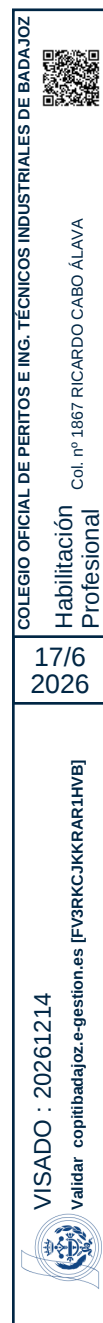
R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en W.

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.

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

h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.





ρ = Resistividad natural del terreno, en Wxm.

ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Wxm.

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Wxm.

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

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

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

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

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

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

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 6313 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) = 12292.41 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.67$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

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

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 1098 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 6313 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p(\text{acc}) = 2403 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p(\text{acc}) = 12292.41 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 4725 \text{ V.}$	$\leq$	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

5.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

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

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

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



Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

I_d = Intensidad de defecto en A.

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

5.8.9. Corrección del diseño inicial.

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

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ	
	Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA
Habilitación Profesional	
17/6 2026	
VISADO : 20261214 Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKRAR1HVB]	

En Villafranca de los Barros a Junio de 2.026

Fdo. Ricardo Cabo Alava

Colegiado 1.867



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETIVO

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es la redacción de los documentos necesarios que definan, en el marco del Real Decreto 1627/1991, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, las previsiones y desarrollo de las soluciones necesarias para los problemas de ejecución de la obra, y la prevención de riesgos de accidentes preceptivos de sanidad, higiene y bienestar de los trabajadores durante el desarrollo de la misma.

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud de la obra, cada contratista, subcontratista y trabajadores autónomos, elaborarán un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio.

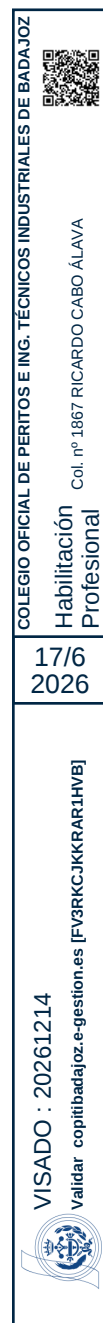
2. DATOS GENERALES DE LA OBRA:

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de la línea aérea de alta tensión, cuyos datos generales son:

- Proyecto de Ejecución: ----- Línea Subterránea Media Tensión y CT Colegio
- Autor del Proyecto: ----- Ricardo Cabo Alava
- Titularidad del encargo: ----- Sociedad Eléctrica de Ribera del Fresno S.L.
- Emplazamiento: ----- Vereda de la Mora, Avda Cuartel y Calle Hornachos
- Presupuesto de Ejecución material: ----- 101.980,31€
- Plazo de ejecución previsto: ----- 8 Semanas
- Número de operarios previstos: ----- 4

Las unidades constructivas que componen la presente obra son:

- Desplazamiento de personal
- Transporte de materiales y herramientas
- Obra civil por la implantación del prefabricado del edificio
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario)
- Obra civil para la extensión de LSMT





- Replanteo.
- Instalación de conductores aislados MT.
- Instalación de aisladores.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles...)
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puesta a tierra y conexiones equipotenciales.

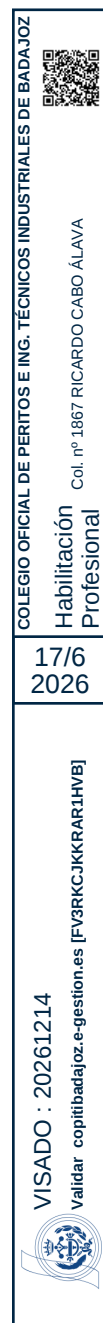
3. NORMATIVA APLICABLE:

.- Normas oficiales.

Son de obligado cumplimiento todas las disposiciones legales o reglamentarias, resoluciones y cuantas otras fuentes normativas contengan concretas regulaciones en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, propias de la Industria Eléctrica o de carácter general, que se encuentren vigentes y sean de aplicación durante el tiempo en el que subsista la relación contractual promotor-contratista, según las actividades a realizar.

En particular:

- Ley 8/1980, de 1 de marzo, del Estatuto de los Trabajadores
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (9 de marzo de 1.971).
- Homologación de medios de Protección personal de los trabajadores (BOL. de 29 de mayo de 1.974. Orden de 15 de julio de 1.974).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 811.980, de 20 de marzo).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1.995, de 8 de noviembre).
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 27 de junio de 1.997, por la que se desarrolla el RD 39/1.997, de 17 de enero.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la





manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1.997, de 20 de Junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- 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.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación (Decreto 3275/1 .982 de 12 de noviembre) e instrucciones Técnicas Complementarias.

- Normas específicas.

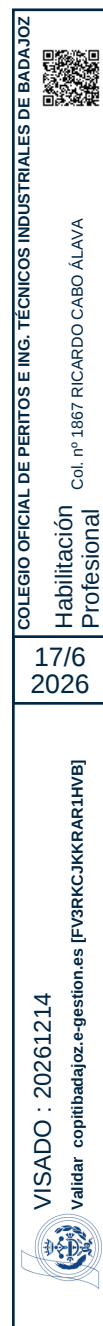
Dentro de estas Normas deben tener especialmente en cuenta todas las Recomendaciones, Prescripciones e Instrucciones de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS), que se recogen en:

- "Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas".
- "Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos".
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Alta Tensión y sus Desarrollos.
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Baja Tensión y sus Desarrollos.

4. OBLIGACIÓN DEL PROMOTOR:

El promotor está obligado a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento del Proyecto de Obra.

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o empresas y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.





La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5. EL COORDINADOR:

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá coordinar los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Deberá coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El Coordinador deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Así mismo organizará la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

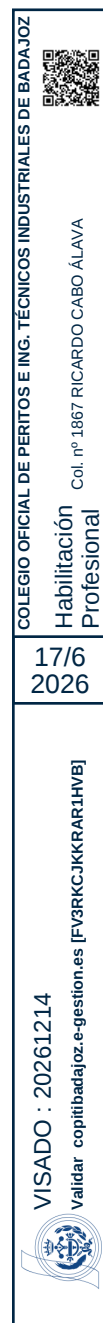
El Coordinador deberá adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

6. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS:

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Deberán atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos





directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

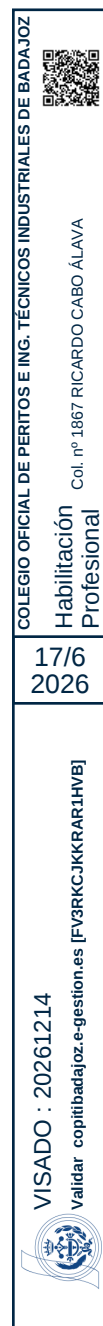
Los equipos de protección individual a disponer para cada uno de los puestos de trabajo a desempeñar, determinadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, estarán en consonancia con el resultado previsto por éste en la evaluación de los riesgos que está obligado a realizar en cumplimiento del R.D. 39/1.997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Una copia de dicha evaluación y de su resultado, se adjuntará al Plan en el momento de su presentación.

Asimismo, y en aplicación del R.D. 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se relacionarán exhaustivamente en todos los apartados del mismo, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

7. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES:

Los trabajadores autónomos están obligados a :

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
 - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
 - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
 - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.





3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

8. LIBRO DE INCIDENCIAS:

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicadas y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

9. DERECHO DE LOS TRABAJADORES:

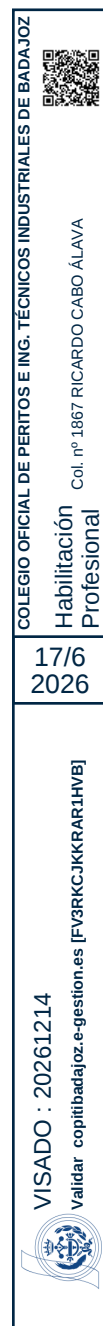
Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

10. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES:

10.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES GENERALES:

1. Cascos: para todas las personas que participan en obra, incluidos visitantes.





2. Guantes de uso general.
3. Guantes de goma.
4. Guantes de soldador.
5. Guantes diacetílicos.
6. Botas de agua.
7. Botas de seguridad de lona.
8. Botas de seguridad de cuero.
9. Botas dialécticas.
10. Gafas de soldador.
11. Gafas de seguridad antiproyecciones.
12. Pantalla de soldador.
13. Mascarillas antipolvo.
14. Protectores auditivos.
15. Polainas de soldador.
16. Manguitos de soldador.
17. Mandiles de soldador.
18. Cinturón de seguridad de sujeción.
19. Cinturón antivibratorio.
20. Chalecos reflectantes.

10.2. PROTECCIONES COLECTIVAS GENERALES:

1. Pórticos protectores de líneas eléctricas.
2. Vallas de limitación y protección.
3. Señales de seguridad.
4. Cintas de balizamiento.
5. Redes.
6. Soportes y anclajes de redes.
7. Tubo sujeción cinturón de seguridad.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCKKKRAR1HVB]





8. Anclaje para tubo.
9. Balizamiento luminoso.
10. Extintores.
11. Interruptores diferenciales.
12. Toma de tierra.
13. Válvula antiretroceso.
14. Riegos.

10.3. FORMACIÓN:

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

Eligiendo al personal más cualificado impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

Se informará a todo el personal interviniente en la obra, sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, etc. y medidas a tomar en cada caso.

10.4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS:

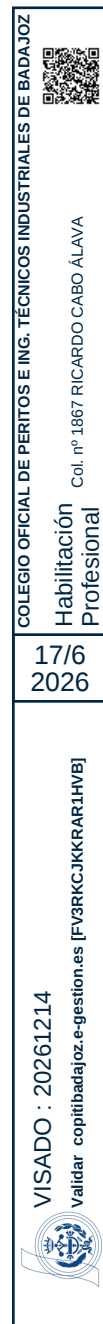
Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Botiquín: Deberá existir en la obra al menos un botiquín con todos los elementos suficientes para curas, primeros auxilios, dolores, etc.
2. Asistencia a accidentados: Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos, Residencia Sanitaria, médicos, ATS., etc., donde deba trasladarse a los posibles accidentados para un más rápido y efectivo tratamiento, disponiendo en la obra de las direcciones, teléfonos, etc., en sitios visibles.
3. Reconocimiento Médico: todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo que certifique su aptitud.
4. Instalaciones: se dotará a la obra, si así se estima en el correspondiente Plan de Seguridad, de todas las instalaciones necesarias, tales como:

-Almacenes y talleres.

-Vestuarios y Servicios.

-Comedor o, en su defecto, locales particulares para el mismo fin.





11. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

El análisis de los riesgos existentes en cada fase de los trabajos se ha realizado en base al proyecto y a la tecnología constructiva prevista en el mismo. De cualquier forma, puede ser variada por el Contratista siempre y cuando se refleje en el Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus medios.

11.1.1. Fase de actuaciones previas:

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el replanteo, red de saneamiento provisional para vestuarios y aseos de personal de obra...

Riesgos Detectables:

- Atropellos y colisiones originados por maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de vehículos de obra.
- Caídas en el mismo nivel.
- Torceduras de pies.
- Generación de polvo.

Medidas de seguridad:

- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal, en las proximidades y ámbito de giro de maniobra de vehículos y en operaciones de carga y descarga de materiales.
- La entrada y salida de camiones de la obra a la vía pública, será debidamente avisada por persona distinta al conductor.
- Será llevado un perfecto mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- La carga de materiales sobre camión será correcta y equilibrada y jamás superará la carga máxima autorizada.
- El personal irá provisto de calzado adecuado.
- Todos los recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables, estarán herméticamente cerrados.
- No se apilarán materiales en zonas de paso o de tránsito, retirando aquellos que puedan impedir el paso.

Prendas de protección personal:

- Casco homologado.
- Mono de trabajo y en su caso, trajes de agua y botas de goma de media caña.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]



- Empleo de cinturones de seguridad por parte del conductor de la maquinaria si no está dotada de cabina y protección antivuelco.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico.

11.1.2. Fase de acopio de material, Carga y descarga de materiales

Riesgos Detectables:

- Caídas de objetos
- Golpes.
- Heridas
- Sobreesfuerzos.

Medidas de seguridad:

- Antes de comenzar el acopio de material a los lugares de trabajo, se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger la mejor ruta.
- En el caso en que para acceder al lugar de trabajo fuera necesario adecuar o construir una ruta de acceso, esta deberá realizarse con la maquinaria y medios adecuados.
- Con el fin de evitar posibles lesiones en la columna vertebral, el operario llevará a cabo el levantamiento de la carga realizando el esfuerzo con las piernas, y manteniendo en todo momento la columna recta.
- Un operario no podrá levantar más de 50 Kg en la carga y descarga manual. En el caso en concreto en que la carga fuera superior a la cantidad límite, se deberá realizar entre más trabajadores.
- En el caso en que el acarreo de pesos se estime en una duración superior a las 4 horas de trabajo continuadas, el peso máximo a acarrear será de 25 Kg., o bien deberán utilizarse medios mecánicos adecuados.
- Para la carga y descarga con medios mecánicos, la maquinaria a emplear deberá ser la adecuada (grúa, pala cargadora, etc.) y su maniobra deberá ser dirigida por personal especializado, no debiéndose superar en ningún momento la carga máxima autorizada.
- Todas las máquinas que participen en las operaciones deberán estar correctamente estabilizadas. La elevación de la carga deberá realizarse de forma suave y continuada.
- En el transcurso de operaciones de carga y descarga, ninguna persona ajena se acercará al vehículo. Debe acotarse el entorno y prohibirse el permanecer o trabajar dentro del radio de acción del brazo de una máquina

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCKKKR1HVB]



- Nunca permanecerá ni circulará personal debajo de las cargas suspendidas, ni permanecerá sobre las cargas.
- Para la descarga de bobinas de conductores, se emplearán cuerdas, rampas, raíles...
- Bajo ningún concepto se hará rodar la bobina por un solo canto.
- Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 metros de las coronaciones de taludes.

Prendas de protección personal:

- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor.
- Ropa de trabajo cubriendo la mayor parte del cuerpo.
- Botas reforzadas.
- Fajas antilumbago, si existen cargas muy pesadas.

11.1.3. Uso de maquinarias y herramientas:

Riesgos Detectables:

- Caída de personal desde altura
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

Medidas de seguridad:

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con la manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.
- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6 2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCKKKR1HVB]



- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner el alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar la descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

Prendas de protección personal:

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.
- Cinturón antilumbago.
- Protección auditiva en caso necesario.

11.2. Obra civil

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

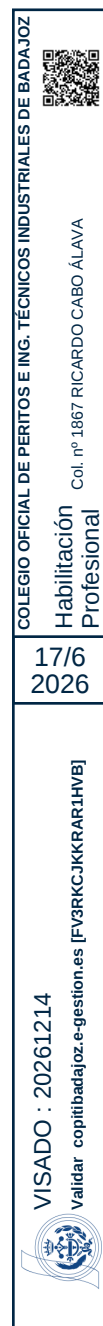
11.2.1. Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

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

b) Medidas de preventivas

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





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

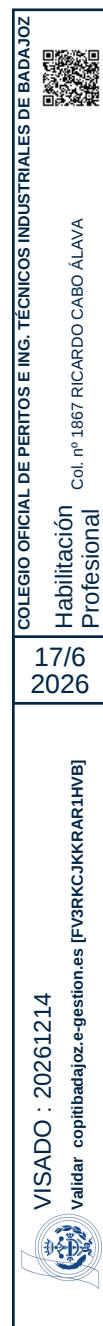
11.2.2. Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- · Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- · Cortes en las manos.
- · Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- · Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- · Golpes en las manos, pies y cabeza.
- · Electrocuci3nes por contacto indirecto.
- · Caídas al mismo nivel.
- · Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- · Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- · Emplear bolsas porta-herramientas.





- · Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- · Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- · Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- · Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- · Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- · Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- · El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- · Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- · Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- · Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

11.2.3. Cerramientos

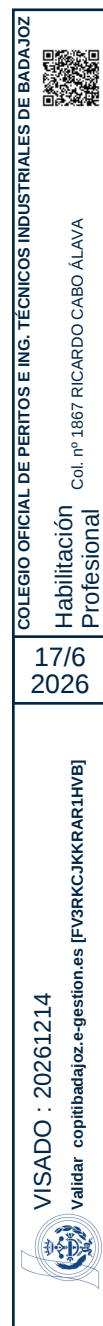
a) Riesgos más frecuentes

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

b) Medidas de prevención

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

11.2.4. Albañilería





a) Riesgos más frecuentes

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

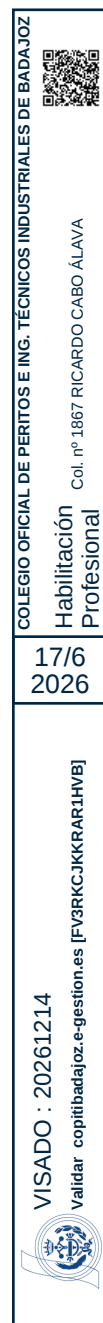
b) Medidas de prevención

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

11.2.5. Montaje y puesta en tensión.11.2.5.1. Descarga y montaje de elementos prefabricados.

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.





- Viento excesivo.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

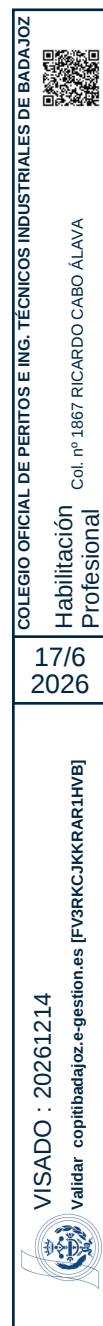
11.2.5.2. Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

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

b) Medidas de prevención

- · Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- · Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- · Disponer de iluminación suficiente.
- · Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- · Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- · Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un





cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

- · Mantener la zona de trabajo limpia y libre obstáculos.
- · No permanecer nunca bajo cargas suspendidas.

11.2.5.3. Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamento, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

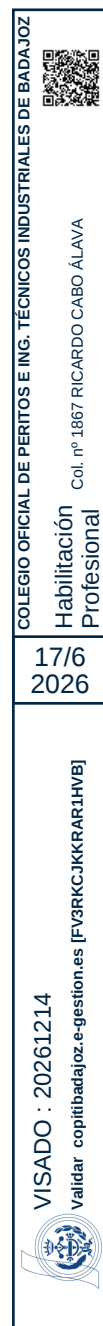
a) Riesgos más frecuentes

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

b) Medidas de prevención

- · Para trabajos por encima de los 2 m de altura emplear arnés de seguridad y amarrarse a un punto fijo.
- · Delimitar o tapar los fosos de cable o cualquier otro tipo de canalización.
- · Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
- · Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- · Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- · Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- · Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- · Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- · Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- · Verificar el buen estado de los elementos siguientes:

- Cables, poleas y tambores





- Mandos y sistemas de parada.

- Limitadores de carga y finales de carrera.

- Frenos.

- · Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- · Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- · La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

11.2.5.4. Puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

c) Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

11.2.6. Tendido de conductor de MT

- Se procede a colocar el conductor introduciéndolo en la zanja correspondiente hasta su posición

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6
2026

VISADO : 20261214
validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]



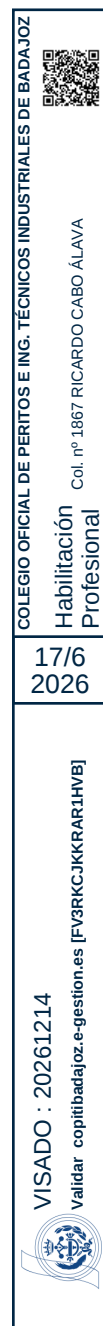
definitiva.

Riesgos Detectables:

- Caídas en el mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos Proyección de objetos desprendidos, Proyección de partículas.
- Golpes, cortes por objetos, herramientas.
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra.
- Sobreesfuerzos.

Medidas de seguridad:

- Se utilizarán siempre que se pueda medios mecánicos. Si se procede a tirar a mano se realizará entre varias personas con los descansos correspondientes.
- Se dispondrá la bobina del conductor sobre una superficie estable y quedará fijada. Se deberán utilizar los medios de protección individual suministrados, su falta de utilización supondrá una negligencia del trabajador.
- El tendido se realizará con los cables soportados por los rodillos adecuados. La bobina estará sujeta y con los gatos apropiados debiendo disponer de dispositivo de frenado.
- En el tiro del conductor se procederá a tirar con cabrestante u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido y deberán disponer de dinamómetros adecuados.
- Estos trabajos se realizarán al menos por una brigada de trabajo (se recomienda un mínimo de tres personas, incrementándose según las dimensiones de los tramos) que actuarán coordinadamente bajo la dirección del jefe de equipo o brigada. Es conveniente disponer de medios adecuados para comunicar y coordinar al equipo (emisora u otros medios), ya que cada operario se sitúa en una arqueta que vigila el tendido del conductor y avisa de posibles incidencias.
- El trabajo se suspenderá cuando la temperatura sea inferior a 0ª centígrados debido a la rigidez que toma a esta temperatura el aislamiento.
- Los cables unipolares se marcarán con cinta adhesiva azul, blanca o roja de PVC cada 1,5 m. Cada terna se agrupará con cinta similar, de color negro, dispuesta cada 1,5 m. sin coincidir con las anteriores. En los cruces no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo, bien sean los circuitos unipolares o tripolares.
- Cuando en una misma zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas





horizontales a distinto nivel, agrupando en cada banda los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos cables multipolares será de 20 cm. Dentro de una misma banda.

- Se colocará una cinta de cloruro de polivinilo a lo largo de la canalización, de una tira por cada cable tripolar o tema de unipolares, señalizando la existencia subterránea de cables.
- Los empalmes se realizarán siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.
- Las pantallas de los cables se conectarán a tierra, tanto a la red de tierra de los herrajes de los centros de transformación, como a la estructura metálica en las columnas, con conductores que tengan al menos una selección eléctricamente equivalente a las pantallas de los cables.

Prendas de protección personal:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo.
- Guantes homologados.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón anticaída.
- Escaleras aisladas en todas sus partes.
- Faja.
- Juego de Tierras portátil.

11.2.7. Operaciones de terminaciones y empalmes

- Se procede a cortar el cable a la medida que corresponda según las indicaciones del fabricante, a su pelado y empalme con manguitos y terminales para su posterior comprobación.

Riesgos Detectables:

- Caídas en el mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos.
- Golpes, cortes por objetos, herramientas.
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra.
- Proyección de objetos desprendidos.
- Proyección de partículas.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKRAR1HVB]



- Contactos eléctricos directos.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras por contacto con resina y otras sustancias sellantes..

Medidas de seguridad:

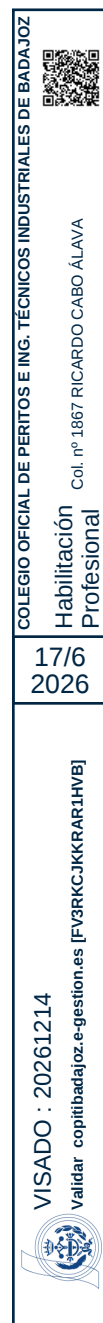
- Mantener especial atención en las tareas de pelado del cable con elementos de corte como cúter o navajas, con iluminación adecuada. En operaciones de engaste de manguitos y terminales con prensa hidráulica se mantendrá la zona libre de interferencias y limpia de objetos
- En el vertido de resina se deberá usar guantes específicos además de realizarse mediante pistola de inyección.
- Utilización de los equipos de protección individual suministrados.
- Los trabajadores deberán estar capacitados para las tareas a realizar teniendo la categoría profesional de oficiales. Deberán llevar sus Equipos de protección individual suministrados al efecto. El jefe de equipo velará por el cumplimiento de las normas de seguridad. Se deberá realizar el trabajo de colocación de terminales y en general los trabajos en altura en ausencia de grandes vientos.
- En Salidas aéreas de cables subterráneos de M.T. éstos estarán protegidos mecánicamente por tubos de hierro galvanizado de al menos 3". Estarán empotrados en el terreno unos 50 cm, y tendrán una altura de 2,5 m. sobre el suelo. Cada cable tripolar o terna de unipolares se alojará en un tubo. Los tramos de cable por encima de la protección mecánica se graparán de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar su cubierta de protección.

Prendas de protección personal:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo.
- Guantes homologados.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón anticaída.
- Escaleras aisladas en todas sus partes.

11.2.8. Fase de prueba eléctrica del cable

- Se procede a inyectar tensión con megaóhmetro probando la intensidad de fuga de los conductores, de modo que quede en condiciones de funcionamiento posterior.





Riesgos Detectables:

- Caídas en el mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos.
- Golpes, cortes por objetos, herramientas.
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra.
- Proyección de objetos desprendidos.
- Proyección de partículas.
- Contactos eléctricos directos.

Medidas de seguridad:

- Experiencia y capacitación de los profesionales intervinientes, sólo personal experto: oficiales.
- Obligatoria utilización de EPI's: en especial medios de aislamiento contra tensión y EPI's. Coordinación entre jefe de equipo y brigada.
- Trabajo con inyección de tensiones elevadas: la zona deberá estar totalmente libre de ajenos y señalizada; observación obligatoria de prescripciones de seguridad para evitar contactos eléctricos directos como utilización de guantes de 30 Kv banqueta aislante pértiga de puesta a tierra y demás equipos de protección.

Prendas de protección personal:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo.
- Guantes homologados.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón anticaída.
- Escaleras aisladas en todas sus partes.
- Pértigas de puesta a tierra y en cortocircuito (acotando la zona de trabajo en el menor espacio posible).

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Habilitación Profesional

17/6 2026

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HV8]



12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL EN OBRA.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admiten tramos defectuosos.

La distribución general, desde el cuadro general de la obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en el "macho", para evitar contactos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]






expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con manto aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m. medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conductores de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas con elementos longitudinales transportados a hombros (pértigas, reglas, escaleras de mano...). La inclinación de la pieza puede llegar a producir contacto eléctrico.

13. SEÑALIZACIÓN:

Se realizará la señalización oportuna según el tipo de trabajo que se esté realizando, la fase de ejecución y el lugar del mismo. Las señalizaciones serán temporales, durarán el tiempo que se prolongue los trabajos. Serán de tipo: triángulos con hombres trabajando, cintas, banderolas...

Cuando por cruzamientos sea necesario advertir de los límites de velocidad y altura, estrechamiento de la calzada, etc. se colocarán estas señales antes y depuse del lugar de trabajo, a la distancia reglamentadas para cada tipo de carretera. 10 de febrero de 2015

La señalización fija que debe llevar las instalaciones eléctricas estarán prescritas en el Reglamento para Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Dicha señalización previene del riesgo que supone la electricidad , prohibiendo tocar los conductores y apoyos. Esta señalización se coloca en los apoyos.

En Villafranca de los Barros a Abril de 2.024

Fdo. Ricardo Cabo Alava

Colegiado 1.867

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]



VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCKKKRAR1HVB]

17/6
2026

Habilitación
Profesional

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



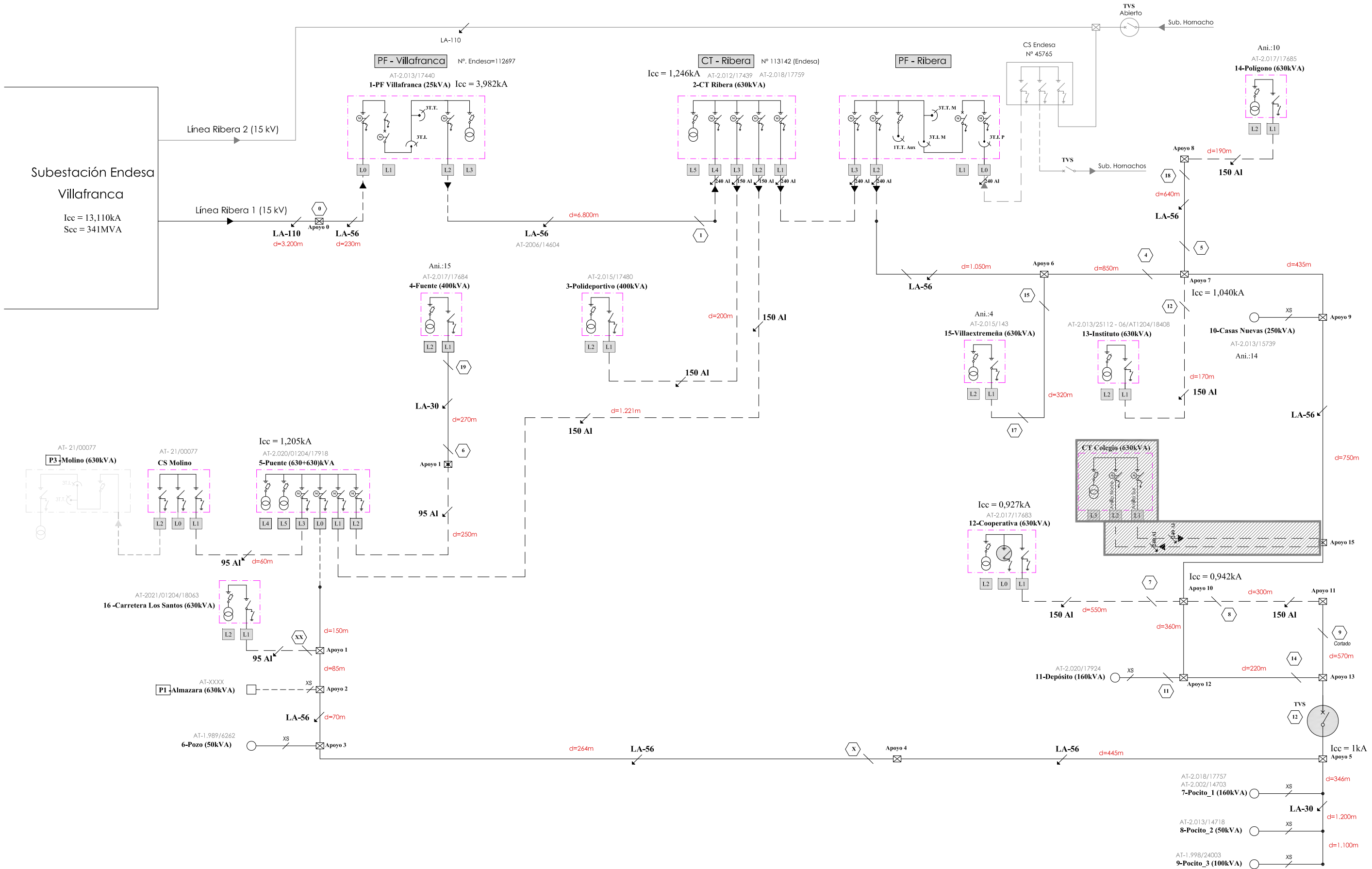
Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

PLANOS

 VISADO : 20261214 validar copitbadajoz-e-gestion.es [FV3RKCJJKRAR:HVb]	17/6 2026	COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ
	Habilitación Profesional	Col. nº 1867 RICARDO CABO ALAVA 

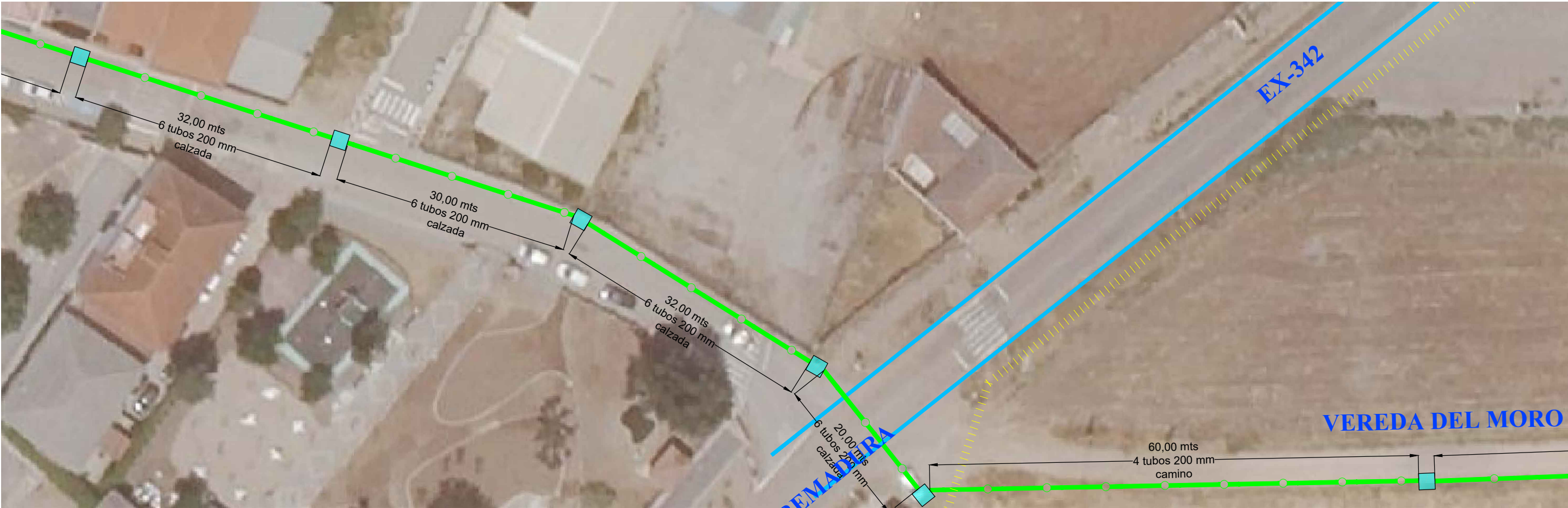
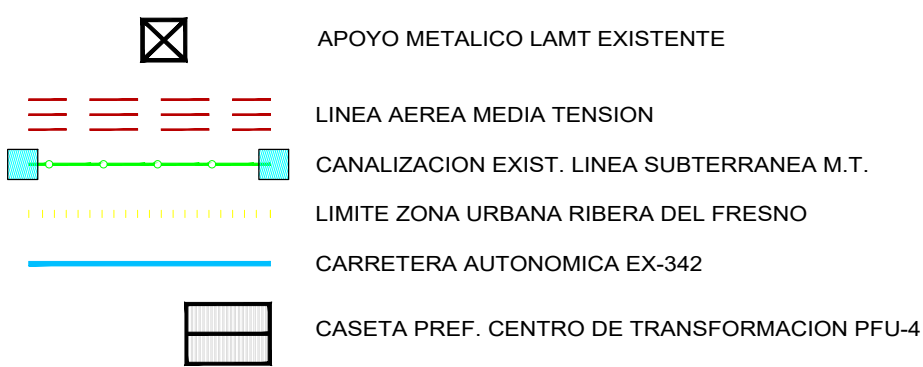


DIBUJADO	COMPROBADO	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN: LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION CT COLEGIO SITO ENTORNO AVDA CUARTEL Y CALLE HORNACHOS, EN RIBERA DEL FRESNO (BADAJOZ)			Firma del Cliente		Estudio de Ingeniería Técnica Ricardo Cabo Alava Plaza CORAZÓN DE MARIA, 7, C.P. 06220 Villafraanca de los Barros (Badajoz), Telfs: 660 41 53 21. Fax: 924 524 340. E-mail: rcabala@yahoo.es		PETICIONARIO: SOCIEDAD ELECTRICA DE RIBERA DEL FRESNO S.L.	Firmado:	PLANO Nº
		FECHA JUNIO de 2.026	ESCALA PARA FORMATO A2:	ESCALA PARA FORMATO A3: 1/5000					PLANO DE : SITUACIÓN	Ricardo Cabo Alava Ingeniero Técnico Industrial	01 SUSTITUYE A:





DIBUJADO	COMPROBADO	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN: LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION CT COLEGIO SITO ENTORNO AVDA CUARTEL Y CALLE HORNACHOS, EN RIBERA DEL FRESNO (BADAJOZ)	Firma del Cliente		Estudio de Ingenieria Técnica Ricardo Cabo Alava Plaza CORAZÓN DE MARIA, 7. C.P. 06220 Villafranca de los Barros (Badajoz). Telfs: 660 41 53 21. Fax: 924 524 340. E-mail: rcabala@yahoo.es		PETICIONARIO: SOCIEDAD ELECTRICA DE RIBERA DEL FRESNO S.L.	Firmado: Ricardo Cabo Alava Ingeniero Técnico Industrial	PLANO Nº 03
		FECHA: JUNIO de 2.026	ESCALA PARA FORMATO A2:	ESCALA PARA FORMATO A3: 1/1000			PLANO DE : TRAZADO RED DISTRIBUCIÓN M.T. ESTADO INICIAL / PROPUESTA EJECUCIÓN		SUSTITUYE A:



DIBUJADO	COMPROBADO	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN: LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION CT COLEGIO SITO ENTORNO AVDA CUARTEL Y CALLE HORNACHOS, EN RIBERA DEL FRESNO (BADAJOZ)		Firma del Cliente
		FECHA JUNIO de 2.026	ESCALA PARA FORMATO A2: 1/500	



Estudio de Ingenieria Técnica
Ricardo Cabo Alava

Plaza CORAZÓN DE MARIA, 7. C.P. 06220 Villafranca de los Barros (Badajoz). Telfs: 660 41 53 21.
Fax: 924 524 340. E-mail: rcabala@yahoo.es



PETICIONARIO:
SOCIEDAD ELECTRICA DE RIBERA DEL FRESNO S.L.

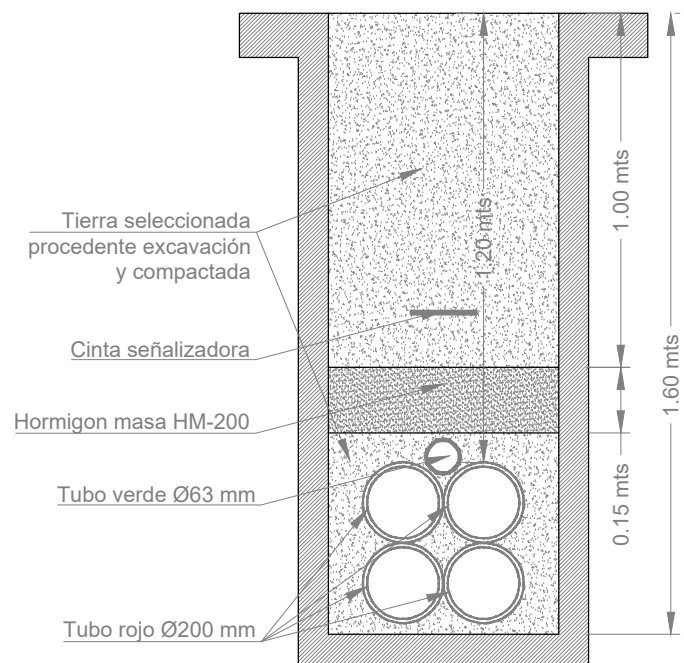
PLANO DE :
TRAZADO RED DISTRIBUCIÓN M.T.
ESTADO REFORMADO

Firmado:
Ricardo Cabo Alava
Ingeniero Técnico Industrial

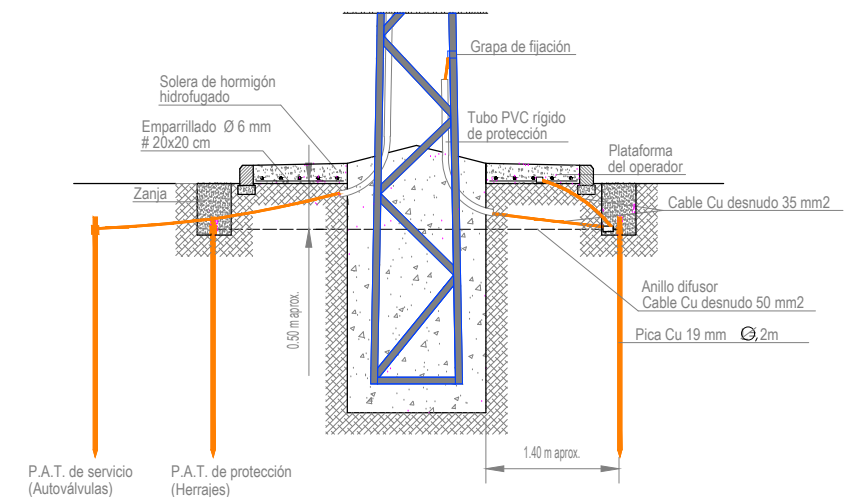
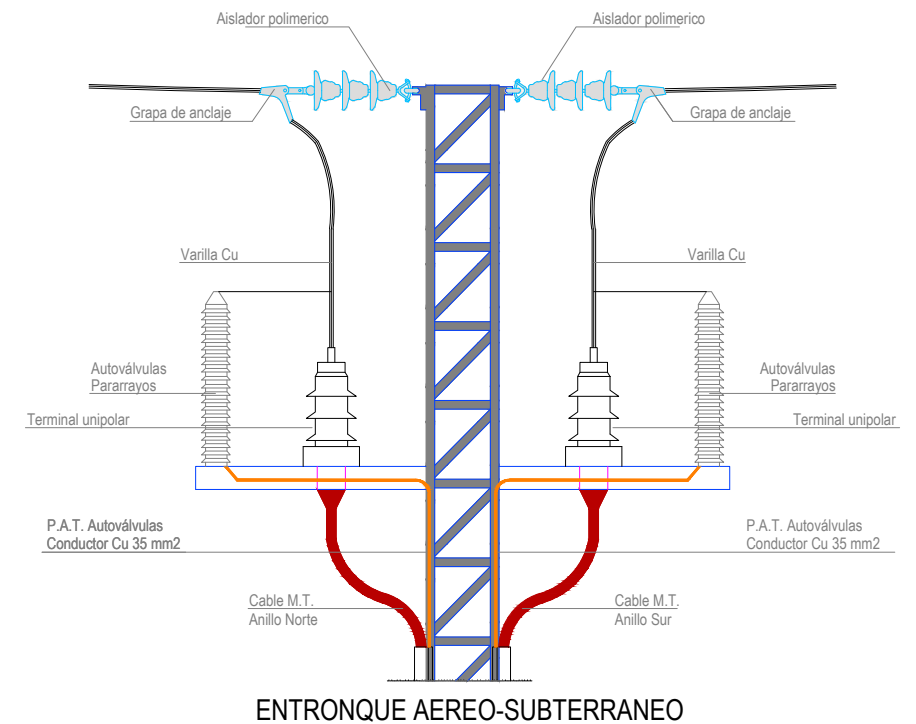
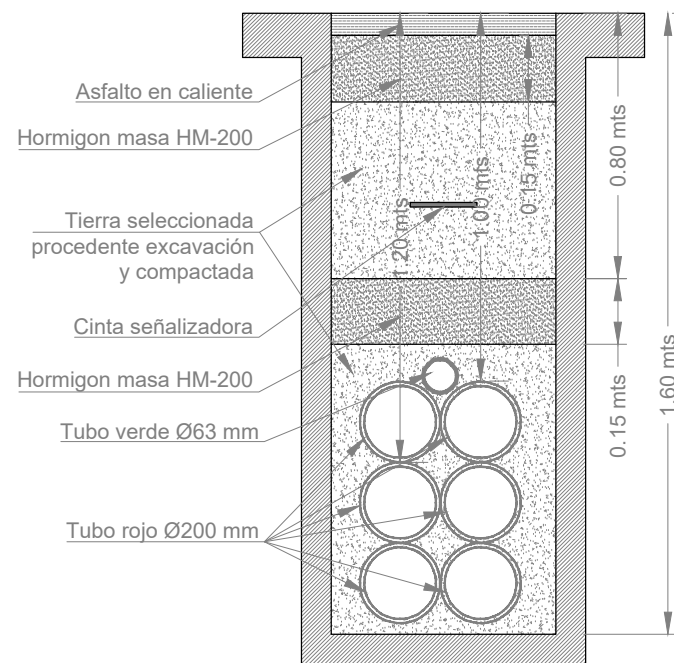
PLANO Nº
04

SUSTITUYE A:

CANALIZACION MT EN CAMINO BAJO TUBO (S/E)



CANALIZACION MT EN CALZADA BAJO TUBO (S/E)



DIBUJADO	COMPROBADO	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN: LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION CT COLEGIO SITO ENTORNO AVDA CUARTEL Y CALLE HORNACHOS, EN RIBERA DEL FRESNO (BADAJOZ)	Firma del Cliente
FECHA JUNIO de 2.026	ESCALA PARA FORMATO A2:	ESCALA PARA FORMATO A3: 1/500	



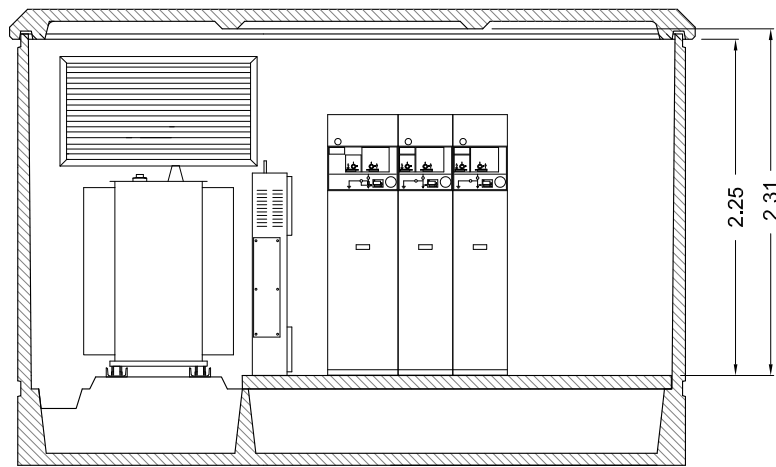
Estudio de Ingenieria Técnica
Ricardo Cabo Alava
Plaza CORAZÓN DE MARIA, 7. C.P. 06220 Villafranca de los Barros (Badajoz). Telfs: 660 41 53 21.
Fax: 924 524 340. E-mail: rcabala@yahoo.es



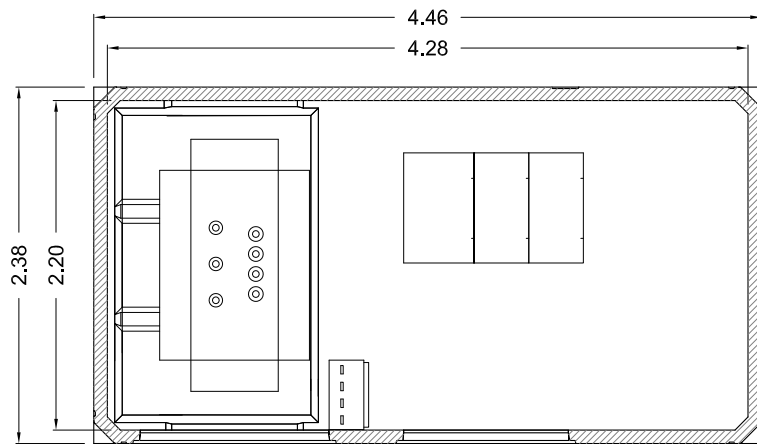
PETICIONARIO:
SOCIEDAD ELECTRICA DE RIBERA DEL FRESNO S.L.
PLANO DE :
**TRAZADO RED DISTRIBUCIÓN M.T.
ESTADO REFORMADO**

Firmado:
Ricardo Cabo Alava
Ingeniero Técnico Industrial

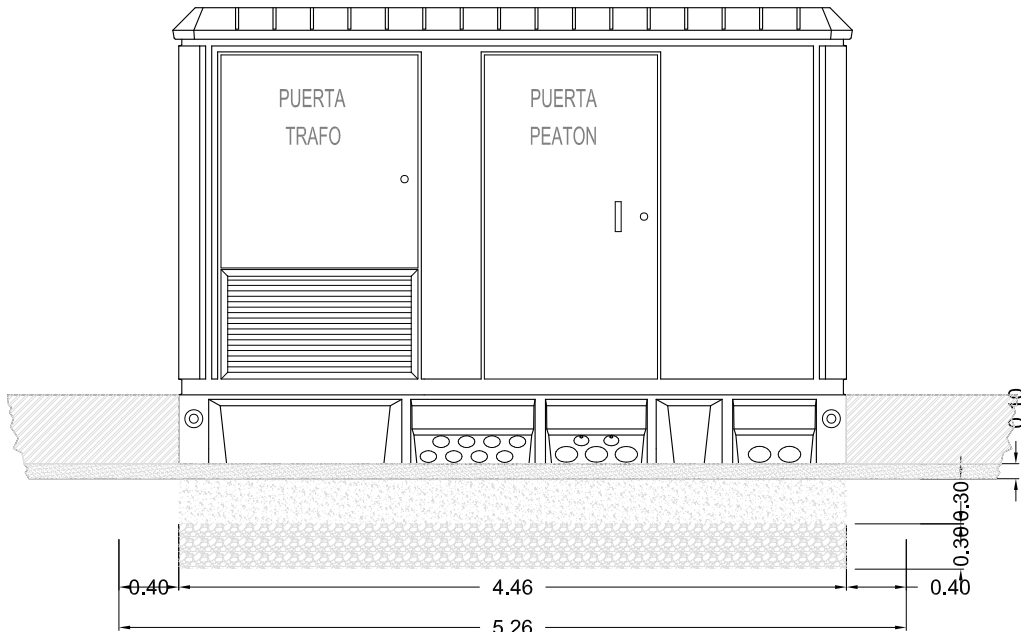
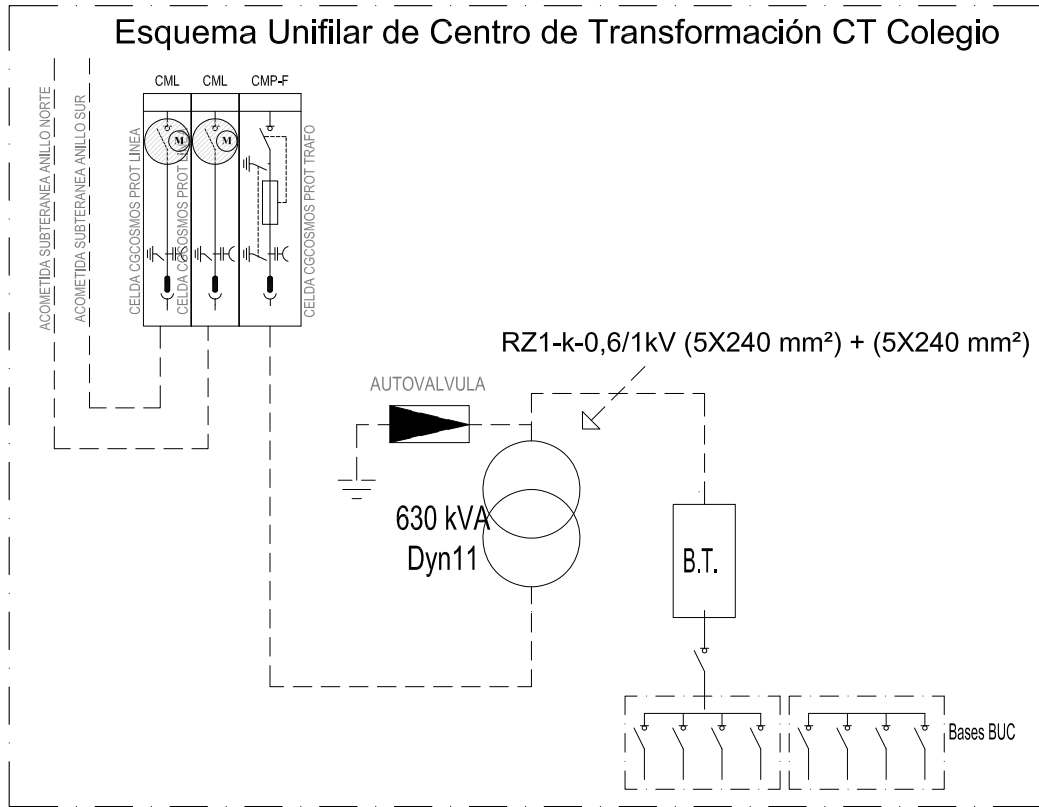
PLANO Nº
05
SUSTITUYE A:



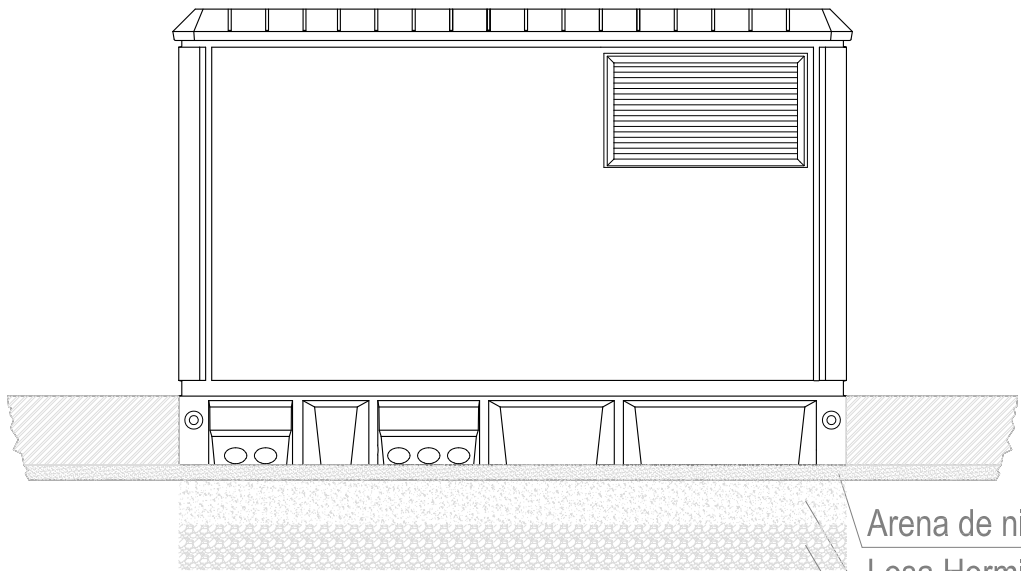
SECCION INTERIOR



PLANTA GENERAL

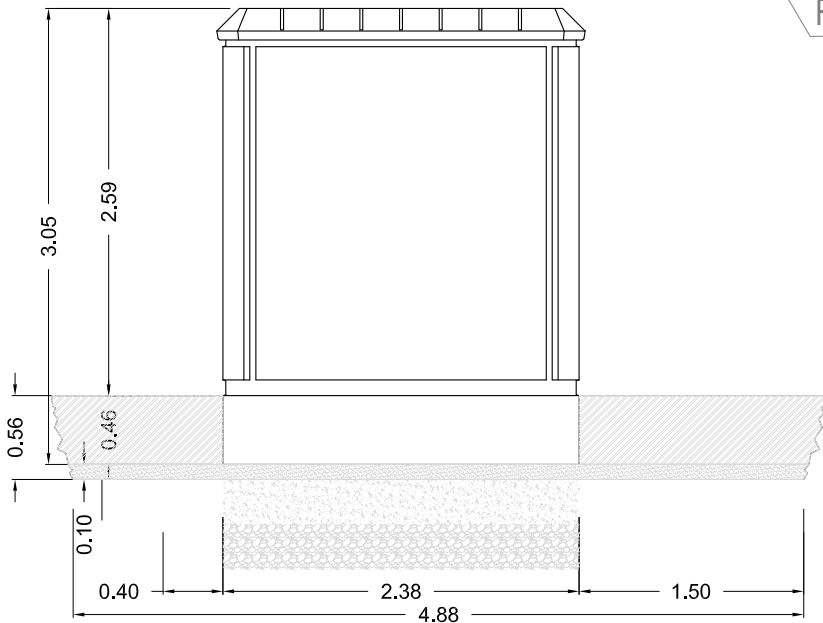


VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

Arena de nivelacion
Losa Hormigón armada
Relleno de bolos mejora terreno



VISTA LATERAL

DIBUJADO	COMPROBADO	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN: LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION CT COLEGIO SITO ENTORNO AVDA CUARTEL Y CALLE HORNACHOS, EN RIBERA DEL FRESNO (BADAJOZ)	Firma del Cliente
FECHA JUNIO de 2.026	ESCALA PARA FORMATO A2:	ESCALA PARA FORMATO A3: 1/50	



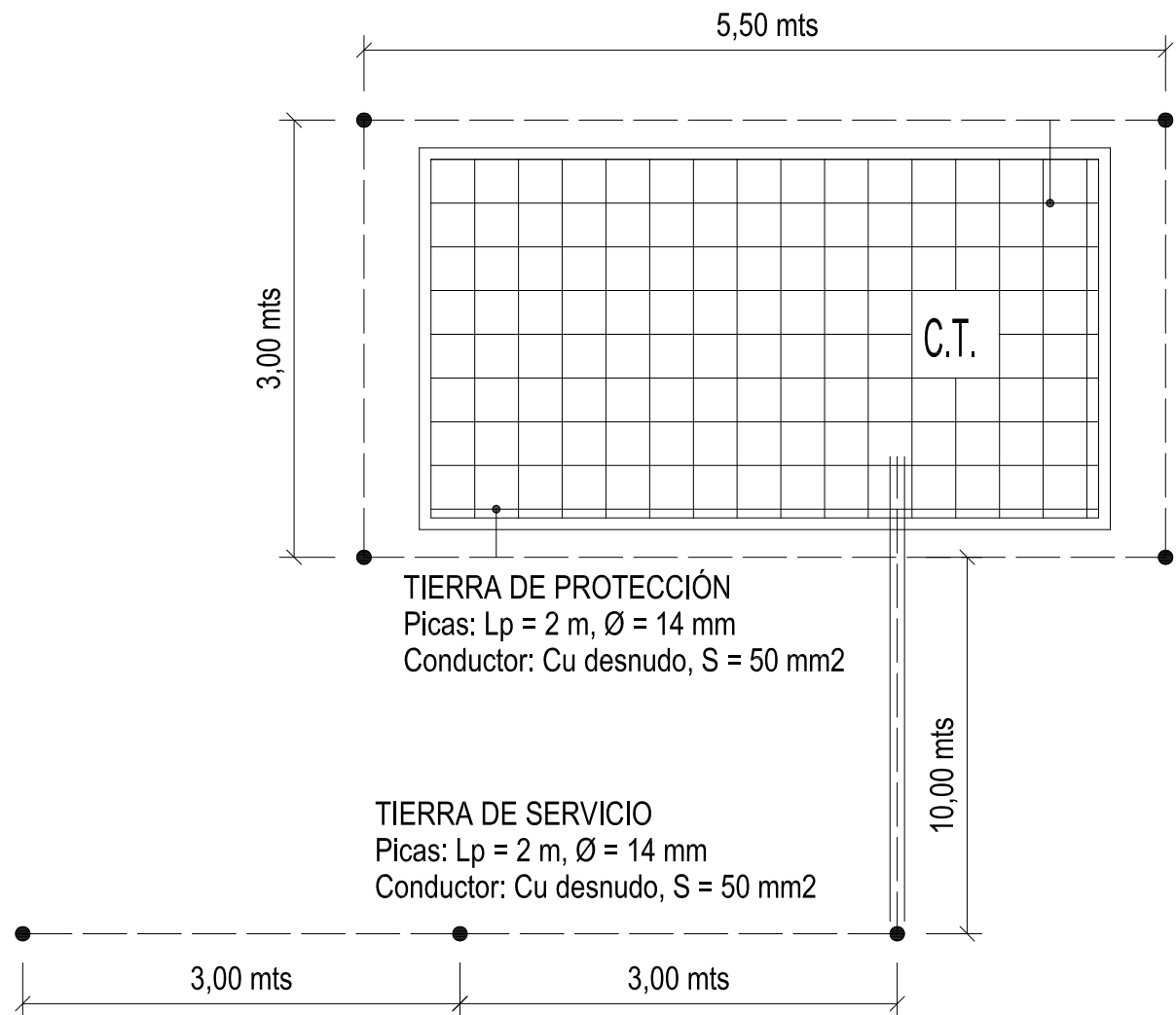
Estudio de Ingenieria Técnica
Ricardo Cabo Alava
Plaza CORAZÓN DE MARIA, 7, C.P. 06220 Villafranca de los Barros (Badajoz), Telfs: 660 41 53 21.
Fax: 924 524 340, E-mail: rcabala@yahoo.es



PETICIONARIO:
SOCIEDAD ELECTRICA DE RIBERA DEL FRESNO S.L.
PLANO DE:
DEFINICIÓN EDIFICIO CENTRO DE TRANSFORMACION

Firmado:
Ricardo Cabo Alava
Ingeniero Técnico Industrial

PLANO Nº
06
SUSTITUYE A:



TIERRA DE PROTECCIÓN

Configuración: 80-30/5/82
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

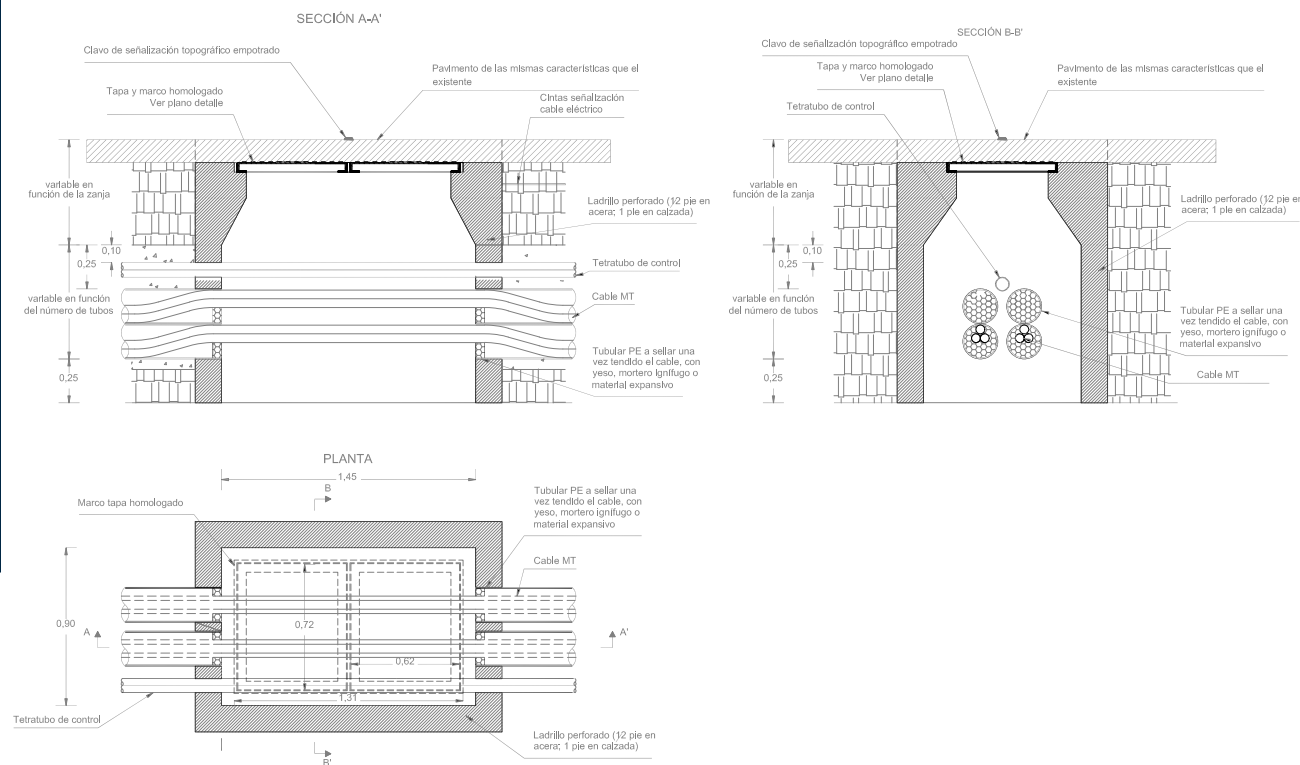
TIERRA DE SERVICIO

Configuración: 5/32.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

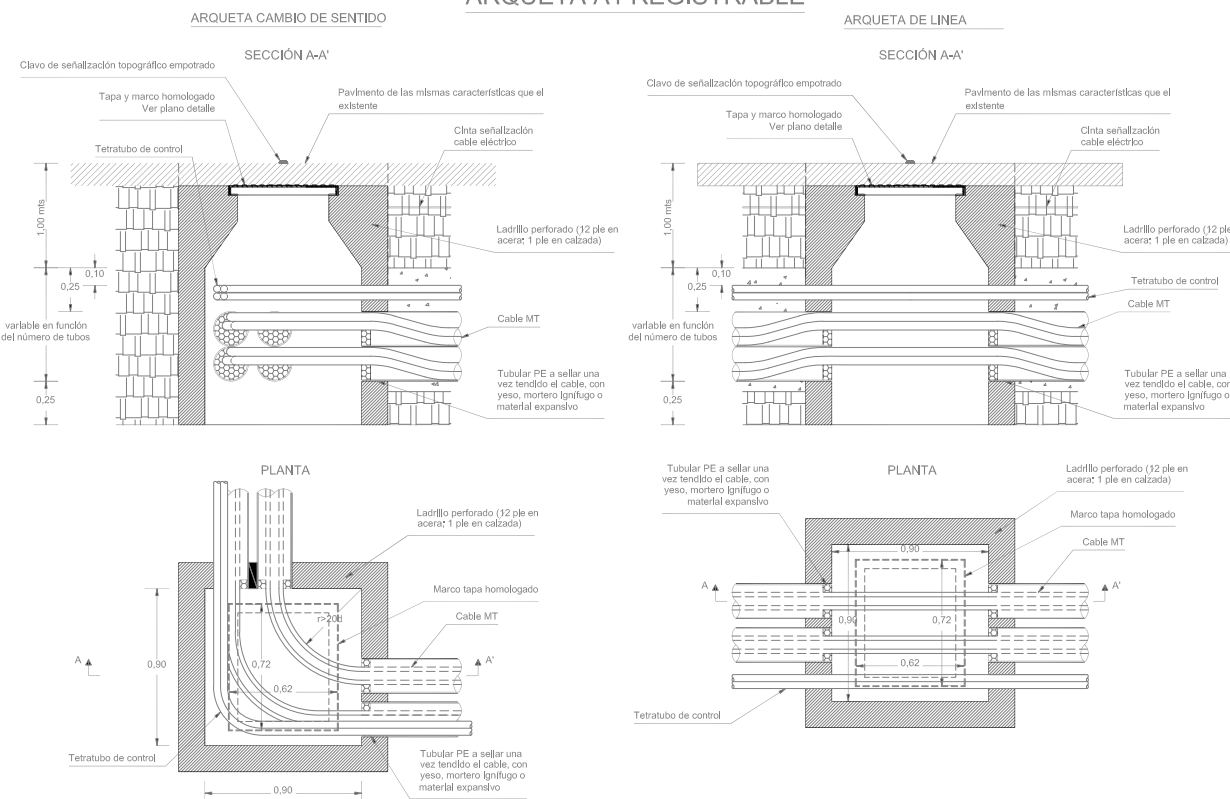
NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo a modo de LOSA. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

ARQUETA A2 REGISTRABLE ACCESO CT Y ENTRONQUE



ARQUETA A1 REGISTRABLE



DIBUJADO	COMPROBADO	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN: LINEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION CT COLEGIO SITO ENTORNO AVDA CUARTEL Y CALLE HORNACHOS, EN RIBERA DEL FRESNO (BADAJOZ)	Firma del Cliente
FECHA JUNIO de 2.026	ESCALA PARA FORMATO A2:	ESCALA PARA FORMATO A3: 1/50	



Estudio de Ingenieria Técnica
Ricardo Cabo Alava
Plaza CORAZÓN DE MARIA, 7, C.P. 06220 Villafranca de los Barros (Badajoz), Telfs: 660 41 53 21.
Fax: 924 524 340, E-mail: rcabala@yahoo.es



PETICIONARIO: SOCIEDAD ELECTRICA DE RIBERA DEL FRESNO S.L.
PLANO DE: DEFINICIÓN T.T. CENTRO DE TRANSFORMACION Y ARQUETAS

Firmado: Ricardo Cabo Alava Ingeniero Técnico Industrial	PLANO Nº 07 SUSTITUYE A:
--	--------------------------------

PLIEGO DE CONDICIONES

	VISADO : 20261214		
	Validar copitbadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKRAR1HVB]		
17/6 2026		Colegio Oficial de Peritos e Ing. Técnicos Industriales de Badajoz	
Habilitación Profesional		Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA	



PLIEGO DE CONDICIONES.

1. CONDICIONES GENERALES.

1.1. OBJETO.

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto la descripción de las Obras necesarias para la total ejecución material del presente Proyecto Ejecución de Línea Subterránea de Media Tensión sobre canalización existente y Centro de Transformación en edificio prefabricado en la localidad de Ribera del Fresno, regulando dicha ejecución. Se prescriben normas mínimas aceptables, referentes a la construcción, materiales, mano de obra y equipos que hayan de incorporarse a los trabajos incluidos en este contrato, así como las condiciones económicas para los mismos. Dichos trabajos comprenden, sin limitación, el suministro de toda la mano de obra, materiales y equipo, así como la ejecución de todas las operaciones que hayan de realizarse de acuerdo con los planos y con los requisitos que se especifiquen en el presente Pliego de Condiciones.

1.2. NORMATIVA LEGAL.

La normativa legal vigente a la cual debe ajustarse será la siguiente:

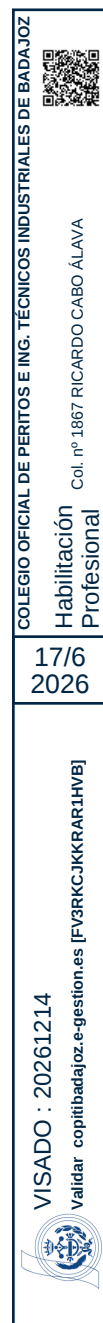
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Compañía suministradora.
- Pliegos de condiciones técnicas de instalaciones del PLANER.

1.3. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO POR EL CONTRATISTA.

Será de obligado cumplimiento por el contratista las disposiciones legales Vigentes, de carácter social, protección a la Industria Nacional, higiene y seguridad en el trabajo, etc. Por tanto el contratista deberá adoptar todas las medidas necesarias de seguridad, recayendo sobre él toda la responsabilidad de los daños que se puedan ocasionar por incumplimiento expícito o tácito de dicha normativa, negligencia o equivocación en sus actuaciones o en las ordenes dadas al personal.

1.4. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES.

Los permisos, licencias y dictámenes que sean necesarios obtener para la realización de las obras objeto del presente proyecto, serán por cuenta del contratista.





2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte del buen oficio de la construcción

2.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

2.1.1. Obra civil

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

2.1.2. Aparamenta de alta tensión.

Las celdas a emplear serán prefabricadas, compuestas por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

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

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

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

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

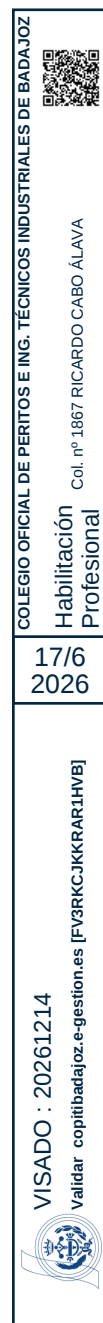
2.1.3. Características constructivas.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos,

a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de GIS y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90.





El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

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

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

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

El seccionador de puesta a tierra, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras.

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

c) Compartimento de conexión de cables.

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

Las extremidades de los cables serán:

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

d) Compartimento de mando.

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

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

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

e) Compartimento de control.

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

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

Colección Profesional

17/6 2026

VISADO : 20261214
 Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]



2.1.4. Características eléctricas.

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

- Interruptores-Seccionadores:

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

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

- Cortacircuitos-Fusibles:

En el caso de utilizar protección ruptofusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo Memoria Descriptiva. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

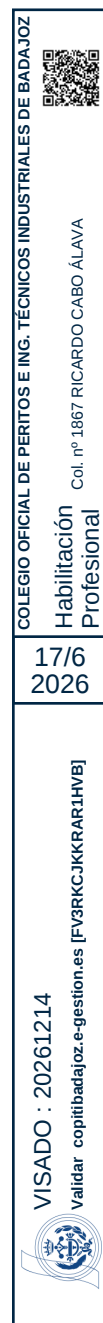
- Puesta a tierra:

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25x5 mm conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

2.1.5. Transformadores.

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

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del





Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

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

2.1.6. Puesta en servicio

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

- Puesta en servicio

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

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

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

- Separación de servicio

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

- Mantenimiento

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

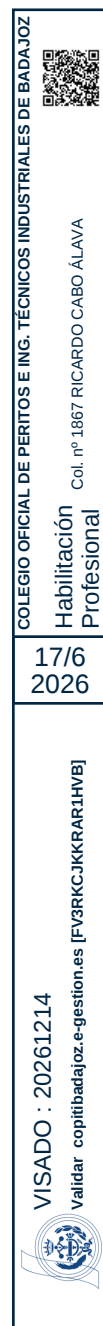
Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

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

2.2. 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.

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; así mismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde





un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rondándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre suelo blando.

Antes de empezar el tendido de cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realiza el tendido en sentido descendente.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma dispositivos de frenado.

2.3. TENDIDO DE CABLES

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera. Sólo se admitirá el tendido a mano, bajo expresa aceptación y supervisión del director de obra.

También se pueden tender mediante cabrestantes tirando el extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Habilitación Profesional Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214
validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCKKKR1HVB]





En el caso de instalaciones con cables unipolares:

- a) Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- b) Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de M.T. o las tres fases y el neutro de B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

2.4. IDENTIFICACIÓN

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

2.5. PUESTA A TIERRA

Todas las pantallas en M.T. de los cables deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximos a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- a) Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- b) Distancia mínima de 0.50 metros en el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

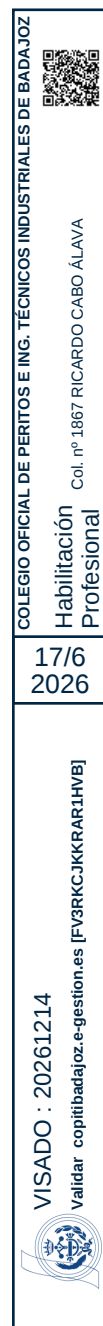
2.6. TENSIONES TRANSFERIDA EN M.T

Con motivo de un defecto a masa lejano y con objeto de evitar la transmisión de tensiones peligrosas de cables por galería, las pantallas metálicas de los cables se pondrán a tierra cada 40 ó 50 m y al realizar cada una de las cajas de empalme y en las cajas de terminales.

2.7. MONTAJES DIVERSOS

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

En el caso de uniones en M.T. de cajas terminales, seccionadores o interruptores, los vanos serán cortos de forma que los esfuerzos electrodinámicos que puedan producirse no sean ocasión de cortocircuitos entre fases.





3. MATERIALES

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuren en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

4. OMISIONES Y CONTRADICCIONES DEL PROYECTO.

Si antes del comienzo de las obras o durante su realización se produjesen modificaciones en el proyecto que supongan aumento, reducción o incluso supresión de unidades de Obra, el contratista estará obligado a ejecutar la obra con las variaciones que se le notifiquen.

En el caso de reducción o supresión de unidades de obra no tendrá derecho a reclamar ninguna indemnización en concepto de pretendidos beneficios que hubiera podido obtener.

En el caso de introducción de mejoras o aumento de unidades de obra, se hará constar previamente y por escrito el valor estipulado por estas variaciones para las unidades correspondientes.

El contratista estará obligado a ejecutar aquellos detalles imprevistos por su minuciosidad y que sean necesarios a juicio de la Dirección de Obra.

El contratista no podrá hacer por si mismo ninguna alteración de las partes del Proyecto, sin autorización escrita de la Dirección Técnica de la Obra, obligándose a deshacer toda parte de la Obra que no se ajuste a las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones.

5. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

5.1. GENERALIDADES.

Obtenidas las oportunas licencias municipales y aprobación previa del proyecto, se procederá al replanteo de las obras en presencia del Técnico competente, Director de las mismas que supervisará el replanteo, de forma que se ajuste al Proyecto aprobado. El Contratista dispondrá de los medios y personal necesario para tal operación.

El Director de Obra dispondrá el orden en que se deberán realizarse las obras, fijando el plazo de ejecución de las mismas, así como las modificaciones que se estime oportuno introducir en el Proyecto.

A efectos de controlar la ejecución de las Obras, la Dirección Técnica, vigilará el desarrollo de las mismas,

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ALAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]





visitando las obras con la frecuencia que se considere necesario, al objeto de garantizar el perfecto desarrollo de las mismas, ajustándose al proyecto aprobado y emitiendo periódicamente por escrito partes de la marcha de las mismas.

Con el fin de garantizar la calidad de los materiales que se instalen, y obras que se realicen, la Dirección de Obra podrá ordenar se ejecuten las pruebas y ensayos necesarios, que serán por cuenta del solicitante, en las cuantías que se requieran, hasta un máximo de un 2% del presupuesto de Ejecución material de las Obras

No podrán cambiarse los materiales, ni modificarse las unidades de obra del proyecto aprobado, sin autorización expresa de la Dirección de Obra.

Si durante el transcurso de las obras, se observaran algunos cambios de materiales y modificaciones en las unidades de obra, no aprobadas por la Dirección de Obra, que no se ajusten al proyecto aprobado, podrá ordenarse previas las comprobaciones oportunas, la inmediata paralización de las obras, hasta tanto se subsanen las dificultades observadas, o se justifiquen técnicamente las modificaciones introducidas.

5.2. DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

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 o compañía suministradora.

5.3. TENDIDOS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS.

1.1.1. Cable entubado.

El cable en todo su recorrido irá en el interior de tubos corrugados, de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 80 mm para alumbrado y 225 mm para red de baja y media tensión y en estos dos casos de un espesor mínimo de 1,8 mm.

Los tubos estarán hormigonados en todo el recorrido en el caso de cruces de calzada y rellenos con tierra procedente de la propia excavación en el resto de los casos. Estarán mandrilados y colocado un cable guía en su interior. Se debe evitar la 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 40 m se instalará una arqueta de paso para facilitar su tendido.

En los cambios de dirección se construirá arquetas de ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura no sea inferior al mínimo. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún estos se

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]





limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de 2 m.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 20 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 situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas serán registrables. Las tapas serán de fundición, homologadas por la compañía eléctrica, previstas 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.

1.1.2. Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores calculados en los capítulos de cálculo.

Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en la zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación

Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6

2026

VISADO : 20261214

validar

copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]



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 que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros objetos 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 las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el peligro de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- a) Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de cada conductor.
- b) Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de M.T. o las tres fases y el neutro de B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos de energía eléctrica, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

1.1.3. Señalización.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ

Habilitación Profesional Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HVB]



1.1.4. Identificación.

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

1.1.5. Puesta a tierra

Todas las pantallas en M.T. de los cables deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

1.2. PRUEBAS PARA LAS RECEPCIONES.

1.2.1. Recepción Provisional.

Terminadas las obras e instalaciones se procederá a la recepción provisional de las mismas, previa verificación de las siguientes pruebas:

- ___ Caídas de Tensión.
- ___ Equilibrio de cargas.
- ___ Medición del aislamiento.
- ___ Medición de tierras.
- ___ Medición del factor de potencia.
- ___ Comprobación de las protecciones contra sobrecargas y cortacircuitos.
- ___ Comprobación de conexiones.

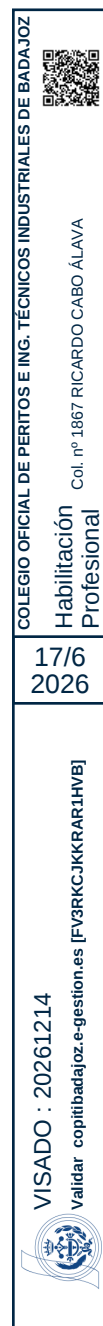
Las pruebas señaladas en el epígrafe anterior se realizarán en presencia del Director de Obra, que confrontarán las mismas, comprobando su ejecución y resultados.

Estas pruebas habrán de dar unos resultados no inferiores a los del proyecto y los preceptuados en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias al mismo.

Si el resultado de las pruebas no fuera satisfactorio, La Dirección de Obra podrá optar entre su rechazo o la imposición de descuentos por obra defectuosa pero aceptable a juicio de la Sociedad Gestora Fomento Extremeño de Infraestructuras Industriales S.A.U.

Se levantará el acta de recepción provisional por triplicado firmada por el representante de la contrata y el Director de Obra.

1.2.2. Recepción definitiva.





Una vez recibidas provisionalmente las obras y durante el periodo de garantía de las mismas, que tendrá un plazo mínimo de un año a contar desde la fecha del Acta de Recepción Provisional, la labor de mantenimiento de las instalaciones de alumbrado público, correrá a cargo de la contrata, que subsanará cuantas deficiencias de todo tipo se observen, reparando o reponiendo en su caso, aquellos materiales y unidades de obra que puedan ser dañados, ya sea intencionadamente, accidentalmente o por su propio uso.

A tales efectos, la contrata establecerá la correspondiente vigilancia de las Instalaciones.

Transcurrido el plazo de garantía y antes de proceder a la Recepción definitiva de las instalaciones, se efectuará una comprobación del correcto funcionamiento de la misma. Se realizarán los mismos ensayos y comprobaciones definidas para la recepción provisional.

Una vez subsanadas, en su caso, las deficiencias observadas se girará visita de inspección a las instalaciones levantándose el Acta de Recepción Definitiva

1.3. MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS OBRAS.

Las mediciones y valoración de las obras se realizarán conforme a los siguientes puntos:

- La medición y valoración de obras ejecutadas deberá referirse a unidades totalmente terminadas a juicio exclusivo de la Dirección de la Obra.
- Solamente en casos excepcionales se incluirán obras incompletas y acopios de materiales. Para las primeras se estará a la descomposición de precios que figura en el cuadro nº 2 y los segundos se valorarán como máximo, en el 75% del importe que les corresponde dentro de la descomposición de precios del cuadro nº 2.
- No serán de abono independiente los medios y obras auxiliares, los ensayos de los materiales y los detalles imprevistos por su minuciosidad.

En Villafranca de los Barros a Abril de 2.024

Fdo. Ricardo Cabo Alava

Colegiado 1.867

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Habitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ALAVA

17/6
2026

VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKR1HVB]





VISADO : 20261214

validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCKKKRAR1HVB]

17/6
2026

Habilitación
Profesional

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADA JOZ



Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 EXTENSION RED SUBTERRANEA MEDIA TENSION									
01.01	m. RED M.T.3(1x240)AI 12/20kV								
	Tendido de Red eléctrica de media tensión enterrada bajo calzada/acera, realizada con cables conductores de 3(1x240)Al. 12/20 kV., con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductora, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductora pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea bajo acera o calzada, sobre canalizaciones existentes. Incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.	2	410,00				820,00		
							820,00	51,29	42.057,80
01.02	ud ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO								
	Entronque para paso de red aérea a red subterránea en media tensión (20 kV), formado por: 1 juego de pararrayos (autoválvulas) de óxidos metálicos para 21 kV, para protección de sobretensiones de origen atmosférico, 3 terminales exteriores de intemperie para cable de 12/20 kV., tubo de acero galvanizado de 6" de diámetro, para protección mecánica de los cables, provisto de capuchón de protección en su parte superior; puesta a tierra de los pararrayos y de las pantallas de los cables. Totalmente instalado.	2				2,00			
							2,00	1.565,65	3.131,30
TOTAL CAPÍTULO 01 EXTENSION RED SUBTERRANEA MEDIA TENSION									45.189,10
CAPÍTULO 02 ADECUACION RED AEREA MEDIA TENSION									
02.01	ud APOY.PRIN.LÍNEA AÉREA MT.15/20kV								
	Adecuación apoyo principio de línea aérea de M.T. de 15/20 kV. formada por: apoyo metálico galvanizado de 20 m. de altura total y 3.000 kg. de esfuerzo en punta, armado e izado; cruceta metálica galvanizada CBH-300; cadena de aisladores horizontales de 6 elementos E-70; y anillo equipotencial para corrientes de paso y contacto compuesto por cable de Cu desnudo de 50 mm2., electrodos de toma de tierra cobrizados de 1,5 m., basamento de hormigón con malla metálica y protección antiescalo, realizado en terreno accesible a vehículos agrícolas incluso apertura de pozo en terreno de consistencia media, hormigonado y transportes (no se incluye la tramitación y permiso de los propietarios de los terrenos afectados por el paso de la línea).	1				1,00			
							1,00	3.640,63	3.640,63
02.02	m LÍNEA AÉREA A.T.								
	Adecuación vano existente Línea aérea de A.T. con conductor de Al-Ac de 54,6 mm2. de sección, incluyendo tendido, tensado y retencionado.	1	150,00			150,00			
							150,00	5,85	877,50
02.03	ud TABICADO ANTIESCALO APOYOS								
	Tabicado antiescalo del apoyo final de línea o centro de transformación y/o apoyos con elementos de maniobra (apoyos frecuentados), según especificaciones de la compañía hasta una altura de 2,50 meros mediante tabique de ladrillo de hueco doble revestido en su cara exterior en toda la superficie y pintado de color blanco.	1				1,00			
							1,00	480,00	480,00



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.04	ud PROTECCION DE PUENTES EN CRUCETAS Proteccion de puentes en crucetas y sus correspondientes grapas, para proteccion de la avifauna, mediante forrado con cinta aislante tipo Olit hasta conseguir la distancia de seguridad de 1000 mm. Totalmente instalada y verificada	6				6,00			
							6,00	180,00	1.080,00
02.05	ud BALIZA SALVAPAJAROS Suministro e instalación de baliza salvapájaros "X" de neopreno de 35x5 cm. provistas de elastómero y cinta luminescente, cada 20 metros al tresbolillo.	8				8,00			
							8,00	28,90	231,20
	TOTAL CAPÍTULO 02 ADECUACION RED AEREA MEDIA TENSION.....								6.309,33
CAPÍTULO 03 CENTRO DE TRANSFORMACION									
03.01	m3 LEVANTADO COMPRES. PAV. AGLOM. Levantado con compresor de firme bituminoso, incluso retirada y carga sobre camión de los productos resultantes de la demolición.	1	5,00	3,50	0,10	1,75			
	Losa Cementacion	1	10,00	0,40	0,10	0,40			
	Red de tierra						2,15	4,32	9,29
03.02	m CORTE CON DISCO PAVIMENTO Corte de pavimento mediante serrado con máquina de disco hasta una profundidad máxima de 20 cm.	1	15,00			15,00			
	Losa Cementacion	1	20,00			20,00			
	Red de tierra						35,00	2,72	95,20
03.03	m3 EXC.ZANJA Y/O POZO C/COMPR., TERR.DURO Excavación en zanjas y/o pozos, hasta 2 m. de profundidad, en terreno duro, con medios manuales con compresor, incluso p.p. de medios auxiliares y carga sobre camión o dumper de los productos resultantes de la excavación.	1	5,00	3,50	0,60	10,50			
	Losa Cementacion	1	10,00	0,40	0,60	2,40			
	Red de tierra						12,90	16,22	209,24
03.04	m3 RELLENO MECÁNICO DE ZANJA CON GRAVA Relleno de grava, con medios mecánicos, extendido en capas de 20 cm de espesor, humectación, compactación y rasanteo.	1	5,00	3,50	0,30	5,25			
	Mejora del terreno						5,25	16,19	85,00
03.05	m2 SANE0 25 cm. Z.N./Z.A. Y M.B.C. Sane0 de blandón de firme granular y mezcla bituminosa en caliente, profundidad de excavación 60 cm., con 50 cm. de suelo-cemento, 5 cm. de M.B.C. AC22 (S-20) y 5 cm. M.B.C AC16 (S-12), puesto en obra en capas de 25 cm., extendido y compactado, incluyendo excavación, preparación de la superficie de asiento y transporte de los productos resultantes a vertedero.	1	20,00	0,60		12,00			
	P.A.						12,00	18,31	219,72
03.06	m3 HORM. EST. CONV. HA-25/B/20/IIa CIM. V. CUBILOTE LOSAS+EMP. Hormigón Armado Estructural HA-25/B/20/IIa, para cimentaciones directas en losas y emparrillados, fabricado en central, transportado, suministrado, puesto en obra (vertido discontinuo con cubilote desde camión con grúa telescópica, colocado y compactado por vibrado y curado. Incluso armadura pasiva, de acero B500S, mediante ferralla armada (cuantía 90 kg/m3). Volumen medido según crite-								





CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	rios o documentación gráfica de Proyecto. Con mermas de hormigón (6%). Según EHE-08, CTE DB SE-C y NCSE-02. Malla electrosoldada con acero corrugado B 400 T de D=12 mm en cuadrícula 20x20 cm, colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE-08 y CTE-SE-A. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. Incluida colocación en la posición final del conjunto de cimentación.								
	Losa Cimentacion	1	5,50	3,50	0,30	5,78			
							5,78	222,82	1.287,90
03.07	m3 RELLENO MECÁNICO DE ZANJA CON TIERRA Relleno localizado en zanjas con productos seleccionados procedentes de la excavación y/o de préstamo, con medios mecánicos, extendido en capas de 20 cm de espesor, humectación, compactación y rasanteo.								
	Relleno de nivelacion	1	5,50	3,00	0,30	4,95			
							4,95	3,21	15,89
03.08	ud CASETA PREF. 1 TRANSF. 4.460x2.380 PFU4 ORMAZABAL Caseta prefabricada para contener un transformador, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 4.460x2.380x3.045 mm., formado por: envolvente de hormigón armado vibrado, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envolvente. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local.								
		1				1,00			
							1,00	8.344,53	8.344,53
03.09	ud ACERADO PERIMETRAL Acerado cortafuegos perimetral, plataforma de hormigón entorno a edificio prefabricado, incluso p.p. de pequeño material. Medida la unidad ejecutada								
		1	18,00			18,00			
							18,00	280,00	5.040,00
03.10	ud C.T. 630 KVA (TRANSF.ACEITE) Transformador de 630 KVA. en baño de aceite, con neutro accesible en el secundario y de tensión primaria 15/20 kV y tensión secundaria 420 V en vacio (B2), grupo de conexión Dyn11 de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria +2,50% +5%, para ejecución de cableado de interconexión, con cable de aluminio 15/20 kV., terminales, accesorios, transporte montaje y conexionado.								
		1				1,00			
							1,00	6.307,85	6.307,85
03.11	ud MÓDULO PROT.TRANSF SF6 Celda con envolvente metálica, GIS modular, función de protección por fusibles, libre F-gas, modelo cgm.zero24-p, aislamiento y corte en aire natural industrial. 24kV/630A/20kA- 1s, IAC AFL 20kA-1s. Incluye: Relé de protección de sobrecargas comunicable ekorRPT, mando manual tipo BR, sistema de detección e indicación de tensión y manómetro. Incluye fusibles limitadores Accesorios y pequeño material. Instalado, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados, los siguientes aparatos y materiales: un interruptor III, con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado, y puesta a tierra), de 12 kV. de tensión nominal, 630A. de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 16 kA eficaz y 40 kA en cresta, y capacidad de corte de 630A. y mando manual tipo B; tres portafusibles para cartuchos de 12 kV. según DIN-43625; tres cartuchos fusibles de 12 kV y 40A. según DIN-43625; un seccionador de puesta a tierra sobre los contactos inferiores de los fusibles, de 24 kV. de tensión nominal; tres captosres capacitivos de presencia de tensión de 12 kV.; embarrado para 630A.; pletina de cobre para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Completamente instalado sobre herraje metálico de soporte de celda.								



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1					1,00		
03.12	ud MÓDULO LÍNEA EN SF6 MOTORIZADA Celda con envolvente metálica, GIS modular, función de línea, libre F-gas, modelo cgm.zero24-I, aislamiento y corte en aire natural industrial. 24kV/630A/20kA-1s, IAC AFL 20kA-1s, mando motorizado, indicador de presencia de tensión y manómetro. Accesorios y pequeño material. Instalado, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados, los siguientes aparatos y materiales: un interruptor III, con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado, y puesta a tierra), de 12 kV de tensión nominal, 630A. de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 16 kA eficaz y 40 kA en cresta, y capacidad de corte de 630A. y mando manual y motorizado tipo BM; tres captosres capacitivos de presencia de tensión de 12 kV.; embarrado para 630A.; pletina de cobre para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Completamente instalado sobre herraje metálico de soporte de celda.	2					1,00	3.765,26	3.765,26
03.13	ud CONJ. PARARRAYO AUTOVALVULA MT-24kV/10kA Suministro e instalación de conjunto pararrayos autoválvulo MT-24kV / 10kA. (RA-5002)	1					2,00	7.241,30	14.482,60
03.14	m CONDUCTOR RHZ1-OL-12/20 kV 95 mm2 AL Suministro e instalación de cable MT 12/20 kV de tipo RHZ1-OL de sección 95 mm2 en Aluminio para realización de RSMT y Puentes de Transformador.	1	9,00				1,00	287,00	287,00
03.15	ud CONJ. TERMIN. ECNHU. APANTALL. 12/20 kV Suministro e instalación de conjunto de terminales enchufable apantallada premoldeado de caucho EPDM que garantiza el sellado, el aislamiento eléctrico y la conexión entre el cable y la cabina o el transformador, para una sección de conductor de 95 mm2.	2 1					9,00	117,50	1.057,50
03.16	ud CONJ. TERMIN. INTERIOR TERMORR 12/20 kV Conjunto de Terminación termorretráctil de interior para cable seco de media tensión con armadura de hilos o fleje de aluminio de sección 95 mm2.	1					3,00	405,00	1.215,00
03.17	m. LÍN.PUENTES BT 5(1x240)+5x1x240 Al. Línea de enlace desde C.T. a C.G.B.T. formada por conductores de aluminio 5x(1x240)+5x1x240 mm2 con aislamiento tipo RZ1-K-0,6/1 kV, con elementos de conexión, totalmente instalada, transporte, montaje y conexiados.	1	10,00				1,00	480,00	480,00
03.18	ud CUADRO BT INTERIOR CBTA M IC 8P ST 4B400 Cuadro de protección en BT (8 salidas) con interruptor seccionador; dispositivos de protección de SS.AA del CT (aluminado normal, de emergencia, y tomas de corriente), e interruptor de corte en carga de 400A con fusibles, para la alimentación al CGD. Incluye envolvente del cuadro de dimensiones suficientes para la instalación de la apartamenta mas un 25% de espacio libre no equipado de reserva. Envolvente formada por armario realizado en chapa de acero para instalación en superficie, provisto de puerta de transparente con cerradura y llave. Incluyendo toda la apartamenta reflejada esquema unifilar aportado en el capítulo de planos, puentes de conexión según REBT, pletinas de cobre						10,00	114,14	1.141,40



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	para potencia, pletina de puesta a tierra, terminales y punteros de conexión, aisladores, bastidores y cualquier elemento o accesorio necesario, rotulación y puesta en marcha. Incluso parte proporcional del costo de puesta en funcionamiento, permisos, boletines, licencias, tasas o similares, materiales, ayudas de albañilería y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, considerándose siempre la instalación completamente terminada, probada y en funcionamiento según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	1				1,00			
03.19	ud PUESTA A TIERRA C.T. Redes de puesta a tierra de protección general y servicio para el neutro, en centro de transformación, de acuerdo con lo indicado en la MIE-RAT-13, y normas de Cía Suministradora, formada la primera de ellas por cable de cobre desnudo de 50 mm2. de sección y la segunda por cable de cobre aislado, tipo RV de 0,6/1 kV, y 50 mm2. de sección y picas de tierra de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. Incluso material de conexión y fijación de acuerdo a las condiciones de cálculo establecida en el proyecto y Red de Tierra de herrajes en el interior del edificio.	1				1,00	1,00	3.739,50	3.739,50
03.20	ud TARJETA CVT CONTROL DE RED TRIFASICA Tarjeta CVT Control de Red Trifásica	1				1,00	1,00	2.299,00	2.299,00
							1,00	400,00	400,00
TOTAL CAPÍTULO 03 CENTRO DE TRANSFORMACION									50.481,88

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ALAVA

VISADO : 20261214

Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJKKRAR1HVB]





CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 SEGURIDAD Y SALUD									
SUBCAPÍTULO 04.01 SEÑALIZACION									
04.01.01	Ud CARTEL INDICAT. RIESGO I/SOPORTE Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	1				1,00			
							1,00	21,19	21,19
04.01.02	Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO Ud. Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	1				1,00			
							1,00	7,35	7,35
04.01.03	Ud CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS Ud. Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	1				1,00			
							1,00	7,35	7,35
04.01.04	Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM. Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	1				1,00			
							1,00	29,16	29,16
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 SEÑALIZACION									65,05
SUBCAPÍTULO 04.02 VALLADOS Y ACOTAMIENTOS									
04.02.01	Ud VALLA CONTENCIÓN PEATONES Ud. Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje. (20 usos)	4				4,00			
							4,00	2,37	9,48
04.02.02	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.	100				100,00			
							100,00	1,84	184,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 VALLADOS Y ACOTAMIENTOS									193,48

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ÁLAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKR1HV8]





CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 04.03 PROTECCIONES PERSONALES									
04.03.01	Ud CASCO DE SEGURIDAD Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.						3,00	1,87	5,61
04.03.02	Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCT. Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE						3,00	35,03	105,09
04.03.03	Ud MONO DE TRABAJO Ud. Mono de trabajo, homologado CE.						3,00	12,77	38,31
04.03.04	Ud PETO REFLECTANTE BUT./AMAR Ud. Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE.						3,00	19,50	58,50
04.03.05	Ud CINTURÓN SEGURIDAD CLASE A Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujección), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.						2,00	68,90	137,80
04.03.06	Ud ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE.						2,00	39,57	79,14
04.03.07	Ud FAJA ELÁSTICA SOBRESFUERZOS Ud. Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE.						2,00	34,46	68,92
04.03.08	Ud CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.						2,00	22,75	45,50
04.03.09	Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.						3,00	20,61	61,83
04.03.10	Ud PAR BOTAS AISLANTES Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.						3,00	25,24	75,72
04.03.11	Ud PAR RODILLERAS DE CAUCHO Ud. Par de rodilleras de caucho, homologadas CE.						3,00	16,98	50,94
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.03 PROTECCIONES PERSONALES									727,36



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.04.04	UD SEG. Y SALUD NIVEL BAJO UD. Ejecución del Plan de Seguridad y Salud o estudio básico, con un nivel de exigencia bajo, previa aprobación por parte de la dirección facultativa del mencionado Plan o Estudio Básico, incluyendo en principio: instalaciones provisionales de obra y señalizaciones, protecciones personales, protecciones colectivas; todo ello cumpliendo la reglamentación vigente.						1,00	257,50	257,50
TOTAL CAPÍTULO 04 SEGURIDAD Y SALUD									1.243,39
CAPÍTULO 05 CONTROL DE CALIDAD									
05.01	Ud PRUEBA SERV. INST. ELÉCTRICA Ud. Prueba de servicio de la instalación eléctrica consistente en: 1) CENTRO DE TRANSFORMACIÓN: Verificación de certificaciones de prueba de calidad de aparellaje, aisladores, transformaciones, etc; Medida de puesta a tierra de la instalación, según MIE-RAT 13; Comprobación de funcionamiento de interruptores, seccionadores, e instalaciones de seguridad; Inspección de la canalización de la línea de acometida en alta; Inspección de la canalización de la línea de acometida en alta.(Aislamientos, pasamuros, separación entre fases, separación fase tierra); Medida de tensión de salida entre fases y fase-neutro. 2) BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO: Comprobación de las instalaciones de acometida de acuerdo al R.E.B.T (interruptor y cuadro general); Medida de resistencia de puesta a tierra (por unidad en cuadro o báculo), según UNE 20.098; Medida de tensión en cuadro secundario o cuadro general entre fase y fases-neutro (por cuadro); comprobación del equilibrado de fases; Verificación de tiempo de disparo y sensibilidad de interruptores diferenciales (por interruptor) UNE 20-383-85; Verificación de interruptores de protección (por interruptor); Determinación de caída de tensión (por circuito) REBT MIBT 017; Medida de aislamiento entre conductores activos y tierra, según MIBT 017, por circuito; Medida del factor de potencia a la entrada de cuadro (por circuito); Funcionamiento total de la instalación en carga con comprobación del calentamiento en los cuadros y líneas; 3) OTRAS COMPROBACIONES: Medida de la resistencia del aislamiento; comprobación de la continuidad del circuito de protección; medición de niveles de iluminación. Por último se comprobará la inexistencia de manchas de humedad en los aseos y locales anexos del edificio.						1,00	931,12	931,12
05.02	ud INFORMES OCA Realización de pruebas finales de la instalación en M.T., incluyendo medición de la resistencia de los electrodos de toma de tierra, tensiones de contacto y tensiones de paso. Informe de ensayo de rigidez dielectrica de los conductores de M.T.						1,00	650,00	650,00
TOTAL CAPÍTULO 05 CONTROL DE CALIDAD.....									1.581,12

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



Habilitación Profesional

Col. nº 1867 RICARDO CABO ALAVA

17/6 2026

VISADO : 20261214
Validar copitibadajoz.e-gestion.es [FV3RKCJJKRAR1HVB]



**RESUMEN DE PRESUPUESTO**

1	EXTENSION RED SUBTERRANEA MEDIA TENSION	45.189,10
2	ADECUACION RED AEREA MEDIA TENSION	6.309,33
3	CENTRO DE TRANSFORMACION.....	50.481,88

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	101.980,31
---------------------------------	-------------------

19,00 % GG + BI	19.376,26
-----------------------	-----------

CONTROL DE CALIDAD	1.243,39
--------------------------	----------

SEGURIDAD Y SALUD.....	1.581,12
------------------------	----------

SUMA	2.824,51
------	----------

21,00 % I.V.A.	26.078,03
---------------------	-----------

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	150.259,11
-----------------------------------	-------------------

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	150.259,11
----------------------------------	-------------------

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO CINCUENTA MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con ONCE CÉNTIMOS

En Villafranca de los Barros a Junio de 2.026

Fdo. Ricardo Cabo Alava

Colegiado 1.867

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E ING. TÉCNICOS INDUSTRIALES DE BADAJOZ



VISADO 20261214

Electrónico Trabajo n°: BA202601979

Autores

Col. n° 1867 RICARDO CABO ÁLAVA



Puede consultar la validez de este documento en la página copitibadajoz.e-gestion.es, mediante el CSV:

FV3RKCJKKRAR1HVB

17/06/2026

