

PROYECTO DE:

“LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LINEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES”

SITUACION:

**PARAJE BENZOAIQUE.
POLÍGONO 11, PARCELA 323 - 324.
C.P: 04460. FONDON. ALMERÍA.**

PROMOTOR:

MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U
C.I.F: B04667622.
Paraje Benzuaique, S/N.
C.P: 04460. Fondón. Almería.



AUTOR DEL PROYECTO:

[Redacted]
Ingeniero Téc. Industrial
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]

ÍNDICE

MEMORIA	7
Datos del proyecto.....	7
Antecedentes y finalidad del proyecto. -	7
Reglamentación y disposiciones legales. -	8
Clasificación de la línea aérea de m.t.-.....	10
ORGANISMOS AFECTADOS. -	11
Excmo. Ayuntamiento de Fondón.....	11
Excmo. Ayuntamiento de Fondón (afección con Montes Públicos AL-30014-AY).....	12
Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (afección con Vías Pecuarias).	13
Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (Dominio Público Hidráulico).....	14
Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana (Servicio de Carreteras del Estado).....	15
EMPLAZAMIENTO. -	18
SUMINISTRO DE ENERGIA Y POTENCIA DEMANDADA. -	18
LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	18
Criterios generales de diseño.....	18
Tensión Nominal y Nivel de Aislamiento.....	19
Elementos de las Líneas Aéreas de MT.....	19
Aparamenta.....	26
Protecciones.....	28
Cimentaciones.....	28
Puesta a Tierra de los apoyos.....	29
Medidas adicionales de seguridad.....	33
Medidas de protección de la avifauna.....	33
Distancias de Seguridad.....	36
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE.....	40
Características generales.....	40
Características eléctricas de la Instalación.....	41
Características de la Obra Civil.....	44
Instalación Eléctrica.....	44
Protecciones.....	47
Instalación de Puesta a Tierra.....	48
Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra.....	50
Ejecución de la puesta a tierra general.....	50
Ejecución de la puesta a tierra de servicio.....	51
Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto.....	51
Sistema de Telegestión.....	52
Limitación de los Campos Magnéticos.....	52
Protección contra Incendios.....	54
Extintores móviles.....	54
Ventilación.....	54
Insonorización y medidas anti vibraciones.....	54
Protección contra la contaminación.....	55
Señalización y material de seguridad.....	55
LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	56
Criterios generales de diseño.....	56
Elementos de las LSBT.....	58
Canalización subterránea.....	63
Cruzamientos, proximidades y paralelismos.....	67
Protección.....	71
Puesta a tierra del neutro.....	72
LÍNEA AEREA DE BAJA TENSIÓN.....	73
Tensión nominal de la de red.....	73
Corriente de cortocircuito.....	73
Criterios generales de diseño de las redes BT.....	73
Configuración de la red de BT.....	73

Criterios generales de diseño.....	74
LABT sobre apoyos.....	75
Cable aislado de potencia.....	76
Empalmes.....	77
Piezas de conexión.....	78
terminales.....	78
Piezas de derivación.....	79
Accesorios de sujeción.....	79
Cajas de derivación.....	80
Cajas generales de protección y cajas de protección y medida.....	80
Acometidas.....	80
Instalación de cables aislados.....	81
Protecciones.....	82
Cimentaciones.....	82
Puesta a tierra.....	83
Cruzamientos, proximidades y paralelismos.....	84
Conversiones de línea subterránea a aérea.....	88
Documentos de que consta el proyecto.-.....	89
Pruebas a realizar antes de la puesta en marcha de la instalación.....	89
Presupuesto. -.....	90
Conclusión. -.....	90
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS RED AEREA M.T.....	92
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	124
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS RED SUBTERRANEA B.T.....	137
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS RED AEREA B.T.....	149
LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	174
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	184
PLANOS.....	211
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	213
DATOS DEL PROYECTO.....	213
CAMPO DE APLICACION.....	213
DISPOSICIONES GENERALES.....	213
Condiciones facultativas legales.....	213
Seguridad en el trabajo.....	214
Seguridad pública.....	214
ORGANIZACION DEL TRABAJO.....	215
Datos de la obra.....	215
Replanteo de la obra.....	215
Mejoras y variaciones del proyecto.....	215
Recepcion del material.....	216
Organizacion.....	216
Facilidades para la inspeccion.....	216
Ensayos.....	216
Limpieza y seguridad en las obras.....	217
Medios auxiliares.....	217
Ejecucion de las obras.....	217
Subcontratacion de las obras.....	217
Plazo de ejecucion.....	218
Recepción provisional.....	218
Periodos de garantia.....	218
Recepcion definitiva.....	219
Pago de obras.....	219
Abono de materiales acopiados.....	219
Disposicion final.....	220
CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.....	220
Objeto y campo de aplicación para la obra civil y montaje de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.....	220
Ejecucion del trabajo.....	220
Materiales.....	231

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	
PREFABRICADOS	232
Objeto condiciones técnicas para la obra civil y montaje de centros de transformación prefabricados	232
Obra civil.....	232
Instalacion electrica.....	235
CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN	
Trazado	237
Demolición de pavimentos	237
Apertura de zanjas	237
Canalizaciones.....	238
Transporte, almacenamiento y acopio de los materiales a pie de obra.....	239
Tendido de cables	240
ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	246
OBJETO.....	246
PRINCIPIOS GENERALES DEL PROYECTO.....	246
DEFINICIONES.....	246
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	247
OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	247
OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	248
OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	249
LIBRO DE INCIDENCIAS.....	249
PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	250
PRINCIPIOS GENERALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	250
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	251
NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LAS OBRAS.....	251
Normas específicas de la construcción.....	251
Normas generales.....	251
Otros reglamentos y normas.....	252
Protecciones personales.....	252
Protecciones colectivas.....	253
Normas de trabajo.....	253
MEDICINA PREVENTIVA.....	257
PRESUPUESTO	259



RESUMEN DE INSTALACIONES COMPRENDIDAS

SOLICITUD NUEVO SUMINISTRO EN EDISTRIBUCIÓN: 0000961775.

TITULAR: [REDACTED]

DOMICILIO: [REDACTED]

SUMINISTRO ELÉCTRICO A: *DOS NUEVAS NAVES.*

LINEA DE ALTA TENSIÓN:

TRAMO MT AÉREO

Origen: Línea Aérea de Media Tensión "ANDARAX" perteneciente a la Subestación "ALCORA", concretamente en el apoyo existente **A924599**, propiedad de EDistribución Redes Digitales S.L.U.

Final: Apoyo nº 2. C-2000-16 TR simple circuito a instalar, con coordenadas U.T.M. X=511.641.32 e Y=4.092.510.72 del huso 30, equipado con 3 cadenas de amarre, 3 porta fusible de expulsión (Cut-Out) unipolares 24 kV.

Términos municipales afectados: FONDÓN

Tipo: Aérea

Tensión de servicio (kV): 20

Longitud (km): 0,132 simple circuito.

Conductores: LA 56 - 3(1x54,6 mm²) Al-Ac.

Aislamiento: Tipo Polimérico. Tipo CS 120 EB 22/3 170/555.

Sist. de inst.: Apoyos metálicos galvanizados, atirantados, atornillados según RU 6704A.

Elemento maniobra.: Interruptor SF6 intemperie 24 kV.

TRAMO MT SUBTERRÁNEO (PUENTE MT TRANSFORMADOR)

Origen: Apoyo nº 2. C-2000-16 TR.

Final: Centro de Transformación rural bajo poste a instalar que se describe en proyecto.

Términos municipales afectados: FONDÓN

Tipo: Aérea + Subterránea

Tensión de servicio (kV): 20

Longitud (km): 0,018 simple circuito.

Conductores: 3 x 95 mm² Al - RH5Z1-OL - 12/20 kV

Aislamiento: Tipo Polimérico + 12/20 kV polietileno reticulado.

ESTACION TRANSFORMADORA

Tipo: Rural bajo poste (prefabricado).

Emplazamiento: Paraje Benzoaique, Polígono 11, Parcela 391. Fondón (Almería).

Tipo: Rural bajo poste

Potencia total (kVA): 100

Relación de transformación: 20 kV. / 400-230 V.

Cuadro B.T.: Cuadro BT rural bajo poste, 2/3 Salidas x 400 A, 440 V, fusibles NH4.

TRAMO BT SUBTERRÁNEO

Origen: Centro de Transformación rural bajo poste a instalar que se describe en proyecto.

Final: Nuevo apoyo BT-1 (Conversión aéreo/subterránea)

Términos municipales afectados: FONDÓN

Tipo: Subterránea

Tensión de servicio (kV): 400/230

Longitud (km): 0,06 simple circuito.

Conductores: Xz1(s) 3x150Al/95Al 0,6/1kv.

Canalización: 2 tubos PE 160mm.

TRAMO BT AEREO

Origen: Nuevo apoyo BT-1 (Conversión aéreo/subterránea).

Final: Nuevo apoyo BT-5

Términos municipales afectados: FONDÓN

Tipo: Subterránea

Tensión de servicio (kV): 400/230

Longitud (km): 0,197 simple circuito.

Conductores: Rz 3x50Al/54,6Alm.

Acometida: Xz1(s) 4x50Al 0,6/1kv. 2 acometidas (Conversión aéreo/subterránea).

Sist. de inst.: Tensado sobre apoyos hormigón vibrado.

PRESUPUESTO: 44.753,75 €

Las instalaciones descritas **serán cedidas a la compañía distribuidora de electricidad EDistribución Redes Digitales, S.L.U.**



1. MEMORIA

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSWO88-WKGG-0WG4-SOSO-8KO017-9KS5EM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestas de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

MEMORIA

Datos del proyecto.-

PROYECTO DE: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍGONO 11, PARCELA 323 – 324 C.P: 04460. FONDÓN. (ALMERÍA).

PROMOTOR: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U. C.I.F: ██████████ PARAJE BENZUAIQUE, S/N. 04460. FONDÓN. ALMERÍA.

Antecedentes y finalidad del proyecto. -

Del promotor anteriormente indicado hemos recibido el encargo, consistente el mismo, en el estudio y redacción del presente proyecto eléctrico, al objeto de obtener de la Administración las debidas autorizaciones reglamentarias.

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de una **instalación de alta y baja tensión**, que consta de un tramo de **línea de M.T. SC, línea de B.T.** y un **centro de transformación rural bajo poste de 100 kVA**, a la tensión de **20 kV**, para suministro de energía eléctrica a dos **naves**.

El centro de transformación proyectado quedará ubicado en el **LI. Pedre, polígono 11, parcela 391 de Fondón, Almería. Referencia catastral 04046A011003910000YK.**

Todas las instalaciones contempladas en el presente proyecto **SE CEDERÁ** a EDistribución Redes Digitales, S.L.U.

Dicha conexión gestionada con expediente Ref. Solicitud 0000961775 dando punto de conexión en apoyo existente de MT A924599.

e-distribución

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Punto/s de conexión a la red de distribución

El punto de conexión es el lugar de la red de distribución más próximo al de consumo con capacidad para atender un nuevo suministro o la ampliación de uno existente.

Una vez analizada su solicitud, el punto de conexión que verifica los requisitos reglamentarios de calidad, seguridad y viabilidad física es el siguiente:

- Punto de Conexión: En el tramo de M.T. ubicado apoyo existente de la Línea de M.T. ANDARAX perteneciente a la SET ALCORA. El conductor existente es LA 110 a la tensión de 20.000 voltios.
- Coordenadas UTM del punto de conexión: 30, 511331, 4092440
- Capacidad de acceso propuesta (kW): 34
- Tensión nominal (V): 20.000
- Restricciones temporales del derecho de acceso:
 - De conformidad con lo previsto en el artículo 33.2 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, el derecho de acceso en el punto de conexión propuesto podrá ser restringido temporalmente por situaciones que puedan derivarse de condiciones de operación o de necesidades de mantenimiento y desarrollo de la red.



Reglamentación y disposiciones legales. -

En la confección y redacción de este proyecto se ha tenido en cuenta todo lo preceptuado por los Reglamentos y disposiciones siguientes:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto. 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

- Orden FOM/1382/2002, de 16 mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos y sus correspondientes revisiones y actualizaciones.
- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento, definan características de elementos integrantes de los LAMT, LSBT CT.
- Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.
- Real Decreto 1048/2013, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de la distribución de energía eléctrica.
- Orden IET/2660/2015, de 11 de diciembre, por la que se aprueban las instalaciones tipo y los valores unitarios de referencia de inversión, de operación y mantenimiento por elemento de inmovilizado.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- CTE-DB-SI (Seguridad en caso de incendio).
- AMYS 1.4-10 Placas de señalización de seguridad relacionadas con la electricidad. Tipos normalizados y empleo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 21/2013 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) N° 305/2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
- Reglamento Europeo 548/2014 (UE) de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Orden 12 de abril de 1999).
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de diciembre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 330/2016, de 9 de septiembre, relativo a medidas para reducir el coste del despliegue de las redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad.
- Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) N° 305/2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos y sus correspondientes revisiones y actualizaciones.

- Especificación Particular de Endesa Distribución NRZ103. Instalaciones de enlace conectadas a la red de distribución. Consumidores en Baja Tensión.
- Especificación Particular de Endesa Distribución NRZ001. Instalaciones de distribución en Alta Tensión de $Un \leq 36kV$.
- Especificación Particular de Endesa Distribución NRZ002. Instalaciones de distribución en Baja Tensión de $Un \leq 1000V$.

Clasificación de la línea aérea de m.t.-

Este análisis ambiental tiene como fin valorar el medio en el que se pretende la ejecución de las instalaciones que se describen en este proyecto.

Según Ley de Gestión integrada de la Calidad Ambiental, LEY 7/2007, de 9 de julio, esta obra **NO precisa Calificación Ambiental** al tratarse de una nueva línea aérea de media tensión (20 KV) de 132m cuyo trazado discurre por el término municipal de Fondón a más de 200m de la población, 100 metros de cualquier vivienda y la zona de actuación no está dentro de los espacios protegidos de la red Natura 2000, de acuerdo con la última modificación sobre la LEY 7/2007, concretamente el **Decreto-ley 3/2024, de 6 de febrero, por el que se adoptan medidas de simplificación y racionalización administrativa para la mejora de las relaciones de los ciudadanos con la Administración de la Junta de Andalucía y el impulso de la actividad económica en Andalucía** del cual se adjunta captura:

5	Construcción de líneas eléctricas salvo que discurren íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas, en los siguientes casos:			
		Tensión (T)	Longitud (L)	
	5.1	T ≥ 220 kV	3 km < L ≤ 15 km	CA (Anexo II)
	5.2		L ≤ 3 km (cuando aplican criterios*)	CA (Anexo II)
	5.3		Aérea 1 km < L ≤ 3 km (cuando no aplican criterios*)	CA
	5.4	15 kV ≤ T < 220 kV	3 km < L ≤ 15 km	CA (Anexo II)
	5.5		L ≤ 3 km (cuando aplican criterios*)	CA (Anexo II)
	5.6		Aérea 1 km < L ≤ 3 km (cuando no aplican criterios*)	CA
	5.7	T < 15 kV	L ≤ 15 km (cuando aplican criterios*)	CA (Anexo II)
	5.8		Aérea L > 1 km (cuando no aplican criterios*)	CA
5.9	Subterránea L > 3 km (cuando no aplican criterios* y discurre por suelo no urbanizable)		CA	
* Criterios por los que un proyecto debe integrar el resultado de la evaluación de impacto ambiental en actuaciones de construcción de líneas eléctricas: Cuando cumplan los criterios generales 1 o 2 del anexo III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, o no incluyan las medidas preventivas establecidas en el 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, o discurren a menos de 200 m de población o de 100 m de viviendas aisladas en alguna parte de su recorrido, salvo que discurren íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado.				

No estando nuestra instalación contemplada en ninguno de los puntos anteriores, por lo que no se considera necesario la calificación ambiental.

ORGANISMOS AFECTADOS. -

- Excmo. Ayuntamiento de **Fondón**.
- Excmo. Ayuntamiento de **Fondón (afección con Montes Públicos)**.
- Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (**Afección con Vías Pecuarias**).
- Conserjería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (**Dominio Público Hidráulico**).
- Conserjería de Fomento, Articulación del terreno y Vivienda (**Servicio de Carreteras de la Junta de Andalucía**).

Excmo. Ayuntamiento de Fondón

Se presentará la correspondiente copia de proyecto para la autorización y consecución de la licencia de obras.

Las distintas actuaciones quedan contempladas en planos y se cumplirán las especificaciones del Excmo. Ayuntamiento de Fondón.

La instalación de una parte de la red aérea de BT discurrirá por la parcela Polígono 11, Pacerla 325 propiedad del Excmo. Ayuntamiento de Fondón catalogada y destinada para equipamiento, donde se ha construido un camino de acceso a las parcelas colindantes, siendo este accesible y de acceso público.

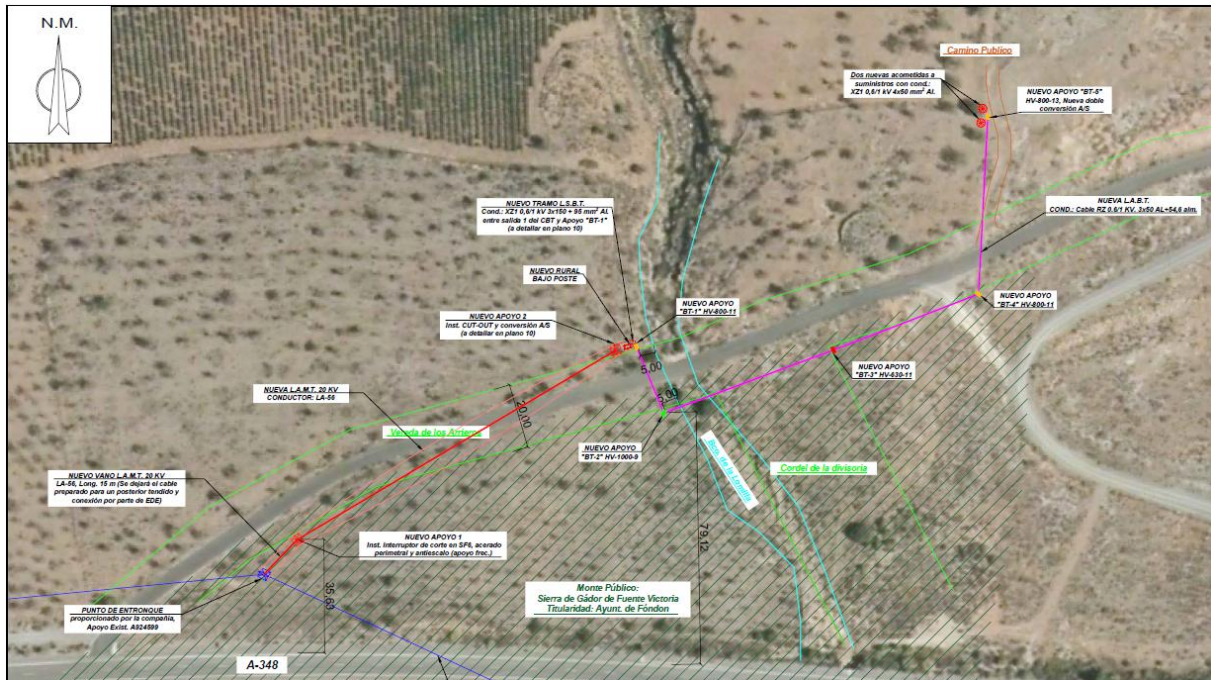


Excmo. Ayuntamiento de Fondón (afección con Montes Públicos AL-30014-AY)

Se presentará la correspondiente copia de proyecto para la consecución de la autorización.

Para la afección con el Monte Público "SIERRA DE GÁDOR DE FUENTE VICTORIA", Se requiere una actuación de nuevo tramo aéreo y la instalación de un nuevos apoyos de MT y 3 nuevos apoyos de BT..

- Apoyo línea aérea M.T. nuevo apoyo 1,
- Apoyos línea aérea B.T. nuevo apoyo BT-2, BT-3 y BT-4.



COORDENADAS UTM. (ETRS-89 H30)			
Poste Nº	X	Y	Observaciones
BT-1	511647,73	4092511,45	FL.
BT-2	511656.34	4092490.59	AM-ANG.
BT-3	511709.61	4092510.31	AM-ANG.
BT-4	511755.16	4092527.88	AM-ANG.
BT-5	511758.07	4092582.70	FL.
A924599	511530.86	4092440.00	ENTRONQUE
1	511541.24	4092450.83	FL-ANG
2	511641.32	4092510.28	FL-SUBT.



Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (afección con Vías Pecuarias).

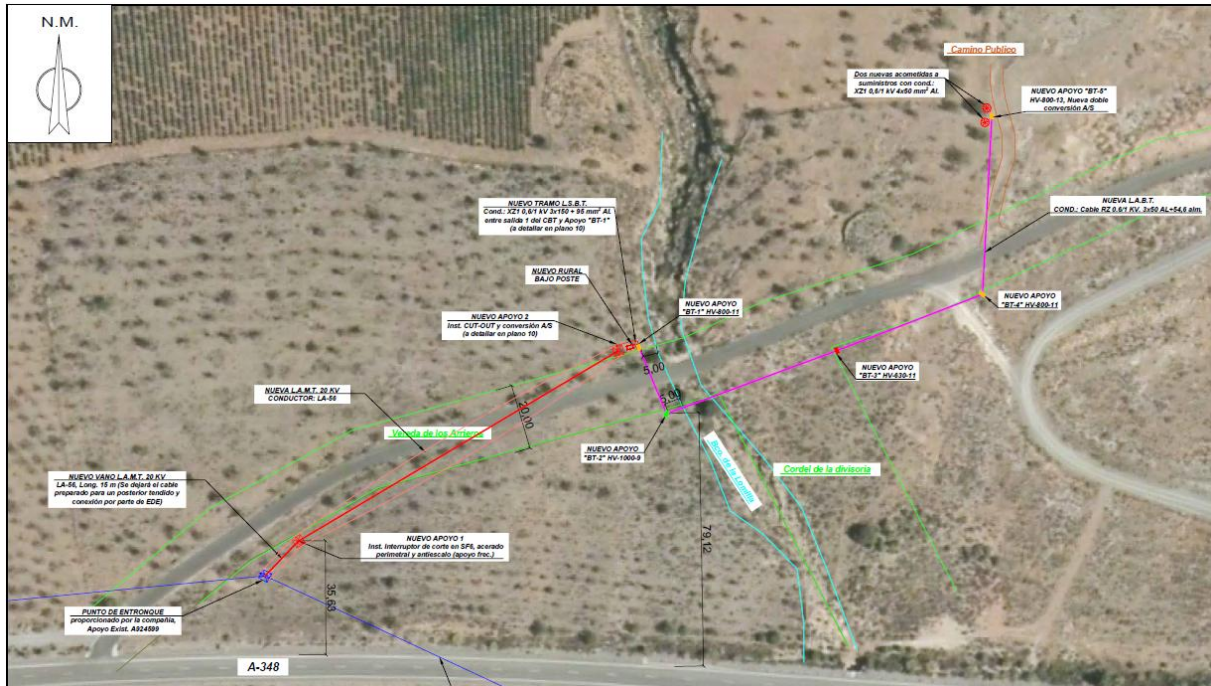
Se presentará la correspondiente copia de proyecto para la consecución de la autorización.

Para la afección con la Vía Pecuaria “VEREDA DE LOS ARRIEROS”, instalación de una nueva Línea Aérea de Media Tensión tendremos las distintas actuaciones:

- Paralelismos línea aérea M.T. con los nuevos apoyos 1 y 2
- Cruzamiento línea aérea M.T. entre los apoyos 1 y 2
- Cruzamiento línea aérea B.T. entre los apoyos BT-1 y BT-2
- Cruzamiento línea aérea B.T. entre los apoyos BT-4 y BT-5
- Paralelismos línea aérea B.T. con los nuevos apoyos BT-2, BT-3 y BT-4

Para la afección con la Vía Pecuaria “CORDEL DE LA DIVISORIA”, instalación de una nueva Línea Aérea de Baja Tensión tendremos las distintas actuaciones:

- Cruzamiento línea aérea B.T. entre los apoyos BT-2 y BT-3



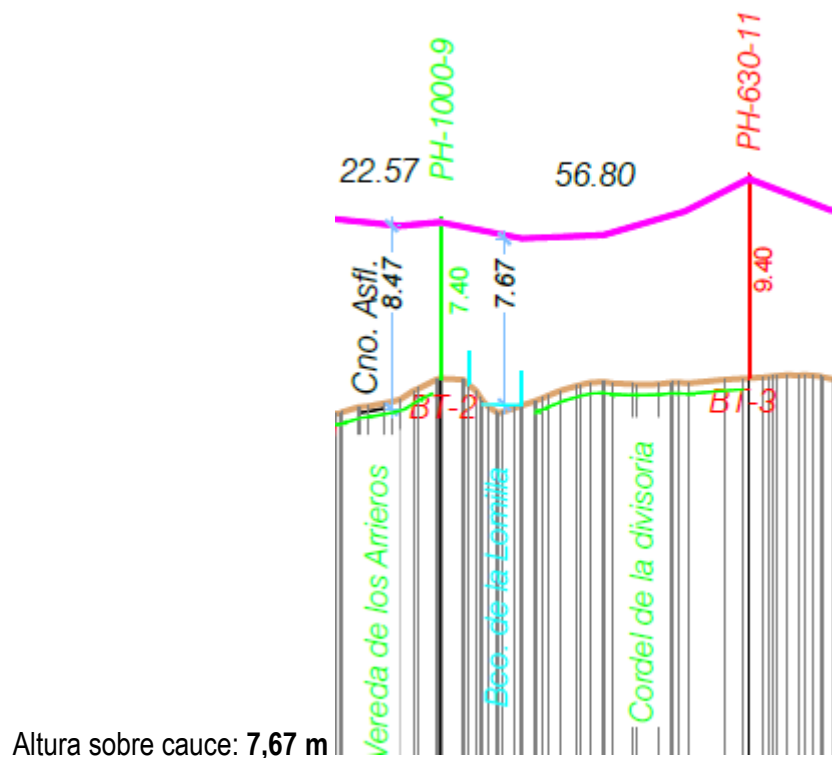
COORDENADAS UTM. (ETRS-89 H30)			
Poste Nº	X	Y	Observaciones
BT-1	511647,73	4092511,45	FL.
BT-2	511656.34	4092490.59	AM-ANG.
BT-3	511709.61	4092510.31	AM-ANG.
BT-4	511755.16	4092527.88	AM-ANG.
BT-5	511758.07	4092582.70	FL.
A924599	511530.86	4092440.00	ENTRONQUE
1	511541.24	4092450.83	FL-ANG
2	511641.32	4092510.28	FL-SUBT.

Conserjería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (Dominio Público Hidráulico)

Se presentará la correspondiente copia de proyecto para la consecución de la autorización.

Para la afección con el cauce “Bco. de la Lomilla” que se describen a continuación, se deja constancia que se trata de una nueva línea aérea M.T, con nuevo cruzamiento entre los apoyos BT-2 y BT-3.

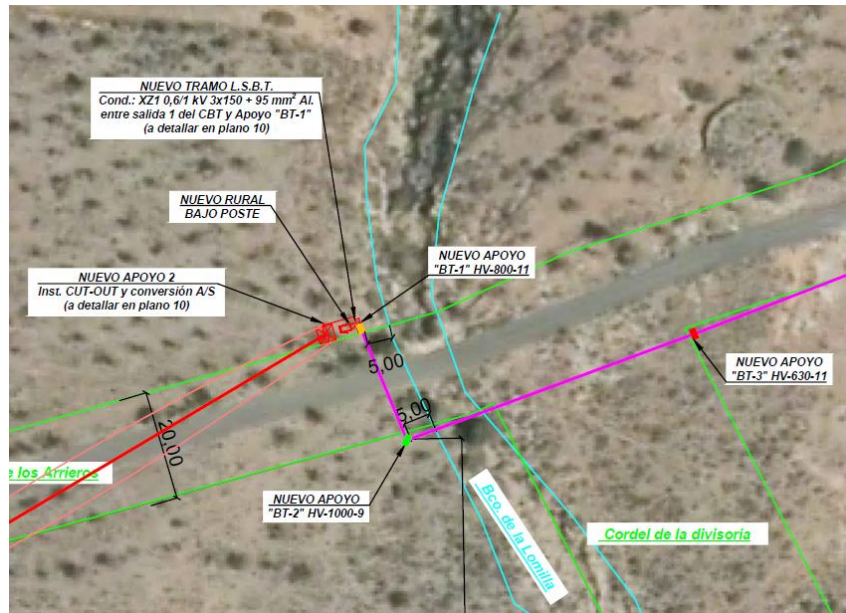
La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según la hipótesis de temperatura y de hielo a considerar en cada zona, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de 7m.



Las coordenadas de los apoyos con afección al cauce, se pueden observar en planos y se indican a continuación:

COORDENADAS UTM. (ETRS-89 H30)			
Poste Nº	X	Y	Observaciones
BT-2	511656.34	4092490.59	AM-ANG.
BT-3	511709.61	4092510.31	AM-ANG.

Ubicándose el apoyo más próximo al cauce a un mínimo de 5 metros de la ribera del mismo, como se puede observar en planos y en la siguiente imagen:



Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana (Servicio de Carreteras del Estado).

Se presentará la correspondiente copia de proyecto para la consecución de la autorización.

Se tiene paralelismo entre la colocación del nuevo apoyo M.T. 1 en A-348, propiedad del Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana (Servicio de Carreteras del Estado).

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.

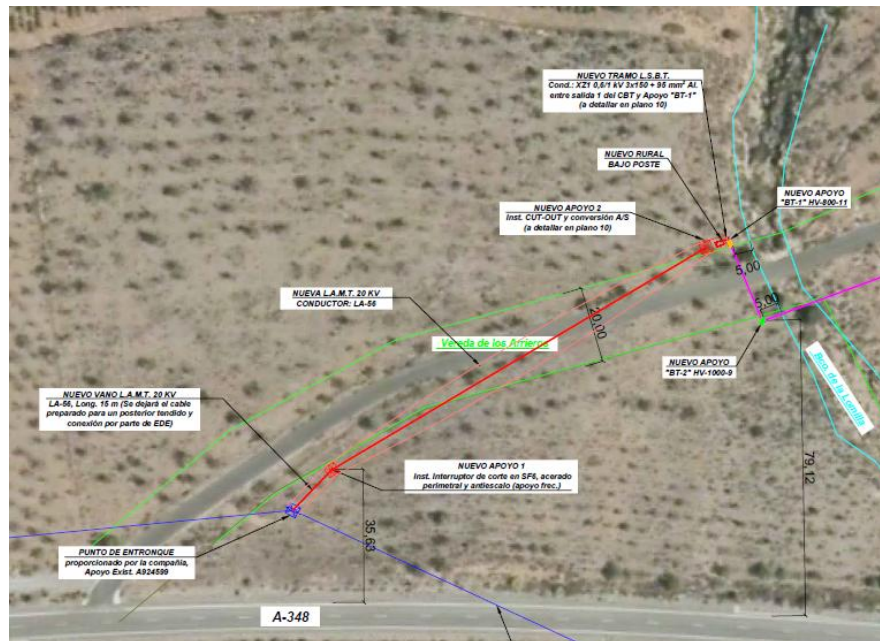
b) Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

c) Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

d) En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T. (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

En el caso que ocupa el Nuevo Apoyo 1 que es el más próximo al vial se encuentra a más de 25 metros de la arista exterior de explanación, y al tratarse de un apoyo de celosía con una altura de 16 metros, una vez y media la altura del apoyo seria de 24 metros, inferior a los 35,63 metros que se ha ubicado el apoyo.



Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSWO88-WKGG-0WG4-SOSO-8KO017-9K55EM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

TABLA DE RELACIÓN DE BIENES AFECTADOS:

Pla. S/P	Término municipal	Referencia Catastral	Datos catastrales de la finca				Afección LAMT Y LABT				Afección LSMT Y LSBT				Afección CD	Ocupac. Temp. (m2)
							VUELO		APOYOS		CANALIZACIÓN		Sup. Zona seguridad (m ²)	Centro de transformación más acerado		
			Nº Polígono	Nº parcela	PARAJE	CULTIVO	Longitud (m)	Sup. Zona afección (m ²)	Apoyo Nº	Sup. (m ²)	Longitud (m)	Anchura (m)			Sup. Canalización(m ²)	
1	FONDON	04046A00900288	9	288	BENZOAIQUE	AM Almendro secano,C- Labor o Labradío seco	51	245	1	3						
2	FONDON	04046A00906000	9	6000		VT Vía de comunicación de dominio público	21	174								
3	FONDON	04046A01106000	11	6000		VT Vía de comunicación de dominio público	55	392								
4	FONDON	04046A01100391	11	391	BENZOAIQUE	AM ALMENDROS	8	31	2 y BT1	9	5	0,4	2	4	25	
5	FONDON	04046A01106000	11	6000		VT Vía de comunicación de dominio público	13	6,5								
6	FONDON	04046A00906000	9	6000		VT Vía de comunicación de dominio público	8	4								
6	FONDON	04046A00900288	9	288	BENZOAIQUE	AM Almendro secano,C- Labor o Labradío seco	13	6,5	BT2	1						
7	FONDON	04046A00900244	9	244	LUNA DE AIRE	E- Pastos	96	48	BT3 y BT4	2						
8	FONDON	04046A00906000	9	6000		VT Vía de comunicación de dominio público	9	4,5								
9	FONDON	04046A01106000	11	6000		VT Vía de comunicación de dominio público	14	7								
10	FONDON	04046A01100325	11	325	BENZOAIQUE	E- Pastos	33	16,5	BT5	1	4	0,4	1,6	3,2		

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



EMPLAZAMIENTO. -

Las instalaciones objeto del presente proyecto, se encuentran situadas en **Paraje Benzoaique, Polígono 11, Parcela 391 (nuevo CD) – 325 - 6000 y Polígono 9, Parcela 288 – 244 - 6000.** en el Término Municipal de **Fondón**, como puede observarse en el plano de situación, quedando emplazadas en **zona B.**

SUMINISTRO DE ENERGIA Y POTENCIA DEMANDADA. -

La energía eléctrica que se le suministrará a la instalación de dos **naves** en **B.T.**, se alimentará desde el transformador prefabricado rural bajo poste colocado junto apoyo fin de línea de paso aéreo a subterráneo, con una potencia de **100 kVA**, que se detalla en el presente proyecto.

La potencia prevista para la instalación será de:

PREVISIÓN DE POTENCIA		
RECEPTOR	POTENCIA unitaria	POTENCIA total
Equipo Medida B.T. nave 1	17 kW	17 kW
Equipo Medida B.T. nave 2	17 kW	17 kW
POTENCIA TOTAL		34 kW

Con objeto de determinar la potencia normalizada del transformador, dividiremos el total de la potencia activa simultánea por el factor de potencia previsible de las instalaciones:

Potencia transformadora necesaria: $34 / 0,80 = 42,5 \text{ kVA}$

No obstante, se proyecta un centro de transformación con **un aparato transformador de potencia normalizado de 100 KVA** que **será cedido** a la compañía suministradora de la zona.

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

Criterios generales de diseño

Generalidades

Toda línea aérea de media tensión se estructurará a partir de la subestación, donde se instalará el interruptor y la protección de la línea, o en caso de tratarse de nuevas derivaciones, a partir de una línea de media tensión o de un centro de transformación existente.

Las líneas objeto del presente proyecto, a efectos reglamentarios, se considerarán de tercera categoría.



Las líneas principales serán de sección uniforme y adecuada a las características de carga de la línea; igualmente las derivaciones tendrán la misma sección en todo su recorrido.

Se intentará reducir al máximo el impacto medio ambiental de las líneas sobre el entorno, procurando que su traza discurra por lugares en que pasen lo más desapercibidas posible. Así, en zonas montañosas discurrirán preferentemente por las laderas de modo que desde los lugares habituales de tránsito, queden proyectadas sobre horizontes opacos. Se intentará alejar la línea aérea de núcleos urbanos y parajes de valor cultural, histórico-artístico o arqueológico.

Se evitará el paso por zonas de espacios protegidos y, si esto no fuera posible, se adoptarán las medidas adecuadas para la protección de la avifauna, de acuerdo con los Organismos competentes.

A igualdad de condiciones, se proyectará la línea más directa, sin fuertes cambios de dirección y con menos apoyos de ángulo.

El emplazamiento y la ubicación de los apoyos de la LAMT se realizarán, en la medida de lo posible, en zonas de fácil acceso para su construcción y mantenimiento.

Las conversiones aéreas-subterráneas se realizarán siempre en apoyos metálicos de celosía.

Tensión Nominal y Nivel de Aislamiento.

Las LAMT objeto del presente, deberán estar integradas en redes trifásicas de hasta 30 kV y frecuencia nominal 50 Hz. La tensión nominal de la LAMT vendrá determinada por la red a la que se conecte.

Para la definición de tensión más elevada y niveles de aislamiento del material a utilizar se establecen los parámetros de la Tabla 1.

Tabla 1. Nivel de aislamiento del material

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170

Nuestra instalación tendrá una tensión de aislamiento de 24kv.

Elementos de las Líneas Aéreas de MT

Apoyos

Tipologías de apoyo

En general los apoyos a instalar en las nuevas líneas de MT serán metálicos de celosía.



Por recomendación o imposición de los organismos medioambientales locales o autonómicos, o en aquellos casos en los que su instalación, debidamente justificada, sea la mejor solución, se podrán utilizar apoyos de chapa plegada.

Atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea los apoyos se clasifican en la siguiente forma:

- Apoyos de suspensión: Apoyos con cadenas de aislamiento en suspensión.
- **Apoyos de amarre: Apoyos con cadenas de aislamiento de amarre. Opción utilizada para los nuevos apoyos 1 y 2**
- Apoyos de anclaje: Apoyos de amarre que además proporcionarán puntos firmes que eviten la propagación a lo largo de la línea de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se instalarán como mínimo cada tres kilómetros.
- Apoyos de fin de línea: Apoyos de amarre, situados en el origen y final de la línea cuya función es la soportar en sentido longitudinal, las solicitaciones de todos los conductores en un solo sentido.
- Apoyos especiales: Son aquellos que tienen una función diferente a las indicadas en los puntos anteriores.

Por otro lado, en función de la posición relativa del apoyo respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- Apoyos de alineación: Apoyos de suspensión, amarre o anclaje en tramos rectilíneos de la línea. Su función es la de sostener los conductores, manteniéndolos elevados del suelo la distancia establecida en el proyecto.
- Apoyos de ángulo: Apoyos de amarre o anclaje colocados en un ángulo del trazado de la línea.

Para este Proyecto se describen los apoyos metálicos de celosía y de chapa plegada normalizados por EDE. No se incluyen los apoyos hormigón y madera para nuevas instalaciones, limitando su empleo para mantenimiento de instalaciones existentes y atención de situaciones provisionales para reparación de averías.

Atendiendo a su naturaleza constructiva, los apoyos pueden ser de los siguientes tipos:

- **Apoyos metálicos de celosía:** Los apoyos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.
Esta opción será la utilizada en nuestra instalación, instalando dos nuevos apoyos 2000-16. C-

- **Apoyos de chapa plegada:** Los apoyos de chapa plegada cumplirán la norma UNE-EN 207018 y la Norma AND004 Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV.

En los apoyos metálicos de celosía y de chapa plegada el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente. En la información del proyecto simplificado deberá indicarse el tipo de ambiente en que se prevé ubicar los apoyos, y si los niveles de contaminación y salinidad ambiental lo requieren se aplicará en campo, de acuerdo con EDE, un tratamiento de pintado adicional, siguiendo las recomendaciones de la Norma UNE-EN ISO 12944-5.

También se realizará un tratamiento de pintura sobre de los apoyos cuando así lo requiera el órgano competente (proximidad de aeropuertos, etc.).

Armados

En el caso de líneas de un solo circuito, se instalarán crucetas de bóveda o semicrucetas atirantadas. Para dos circuitos, se instalarán semicrucetas atirantadas con montaje en disposición de hexágono.

Las características técnicas de los armados metálicos se ajustarán a los criterios establecidos en la ITC-LAT-07 en función de las magnitudes y direcciones de las cargas de trabajo y de las distancias de aislamiento eléctrico requeridas.

Semicrucetas atirantadas

Se utilizarán en los apoyos metálicos de celosía, con una distribución al tresbolillo o en triángulo para líneas de simple circuito, y en hexágono para líneas de doble circuito. Utilizando para nuestra instalación la opción de tresbolillo

Se emplearán en apoyos de cualquier función: alineación, ángulo, anclaje, fin de línea o especiales y cumplirán la norma UNE 207017 y la norma AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.

La longitud de la semicruceta instalada dependerá de la distancia de aislamiento eléctrico requerida.

Dimensiones de los apoyos y armados

La altura elegida de los apoyos se determinará por la distancia mínima de los conductores al terreno, u a otros obstáculos, según lo establecido en las Especificaciones Particulares para instalaciones de distribución en MT BT de EDE y en el presente proyecto "Anexo de cálculos".



Las dimensiones de los armados serán tales que verifiquen la distancia de los conductores entre sí y con las partes metálicas del apoyo, según lo indicado en el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Conductores eléctricos

Los conductores que se emplearán para la construcción de las LAMT cumplirán la Norma UNE-EN 50182 y la Norma GSC003 Concentric-lay-stranded bare conductors.

Se emplearán conductores de aluminio con alma de acero galvanizado (tipo ST1A, antiguo LA) en zonas consideradas con nivel de contaminación normal o alta.

En zonas consideradas con nivel de contaminación muy alto se emplearán conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio (tipo A20SA, antiguo LARL).

El conductor que se instalará en la nueva línea de media tensión, será también del tipo Al-Ac de S=54,6 mm² (LA56), recubierto de aluminio por proceso de sinterización, según la carta de condiciones técnicas de EDistribución Redes Digitales, S.L.U, cumpliendo con ello las condiciones de seguridad reforzada exigidas por el R.A.T. para cruzamientos y paralelismos.

El trazado de la línea aérea de M.T. por terrenos rústicos deberán de estar autorizados con la respectiva “servidumbre de paso” de las parcelas afectadas.

Características del conductor, según norma UNE 21.018:

CONDUCTOR LA-56	
Sección mm ²	54,60 mm ²
Sección transversal Al	46,80 mm ²
Sección transversal Ac	7,80 mm ²
Diámetro cable completo	9,45 mm
Carga de rotura	1.720 Kg
Peso lineal	179,1 Kg/Km
Conductividad	29,8
Resistencia eléctrica a 20 ° C	0,5808 Ohm/Km
Densidad de corriente admisible	3,89 A/mm ²
Modulo de elasticidad	7.500 Kg/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	19,3 x 10 ⁻⁶
Nº hilos de aluminio	6
Nº hilos de acero	1
Nº hilos total	7



Aislamiento LAMT

El aislamiento se dimensionará en función del nivel de tensión de la red proyectada, de la línea de fuga y de la distancia entre partes activas y masa requeridas. Mecánicamente, los herrajes y aisladores que lo componen deberán garantizar un coeficiente de seguridad igual o superior a 3.

Además, para determinar las necesidades de cada instalación se tendrá en cuenta el nivel de contaminación salina e industrial atendiendo a lo indicado en el documento de EDE NZZ009 "Mapas de contaminación salina e industrial" y en la ITC-LAT-07.

Preferiblemente, los aisladores a instalar en las líneas nuevas de MT serán del tipo polimérico y se ajustarán a las normas UNE-EN 61109:2010, UNE-EN 61466 y a la Norma **AND012 Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30 kV.**

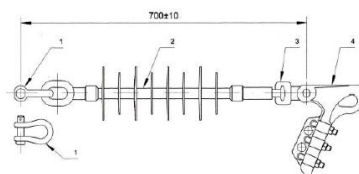
Los aisladores de vidrio sólo podrán instalarse en zonas con un nivel de contaminación medio. Estarán constituidos por elementos aislantes, según la Norma **AND008 Aisladores de vidrio para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión nominal hasta 30 kV,** formando cadenas articuladas, cuyo número de elementos y tipo dependerá del nivel de aislamiento y de la distancia de seguridad requeridos (considerando siempre una línea de fuga mínima de 20 mm/kV).

Los aisladores rígidos únicamente podrán emplearse en los puentes flojos, para fijar los cables en su paso por los apoyos y asegurar las distancias, pero no podrán ser elementos de sujeción al comienzo o final de un vano. En cualquier caso, seguirán la especificación de EDE 6704113.

Cuando las solicitaciones mecánicas lo requieran podrán acoplarse dos cadenas de aisladores.

El aislamiento de la instalación de Media Tensión aérea será de 36 kV, las cadenas de amarre serán de material Polimérico a base de goma de silicona (CS 70 EB 170/900-555), de la marca ENVERTEC (CAON-KORWI) o similar.

CADENA DE AMARRE



Ref. C3670 EB A

CADENA DE AMARRE	
1	GRILLETE GN
2	AISLADOR C3670EBA
3	ROTULA NORMAL
4	GRAPA DE AMARRE



Herrajes para los conductores eléctricos

Para su elección se tendrán en cuenta las características constructivas y dimensionales de los conductores.

Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes destinados a los conductores eléctricos serán las indicadas en la Norma AND009 Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV.

Las diversas cadenas de herrajes para el conductor eléctrico están representadas en el documento PLANOS.

Los elementos de acoplamiento empleados son los siguientes:

- Grapas de amarre
- Grapas de suspensión
- Varillas de protección
- Horquillas de bola
- Grilletes
- Anillas de bola
- Rótulas
- Alargaderas

En todos los apoyos en suspensión se instarán varillas de protección preformada.

Empalmes en el conductor eléctrico

Los empalmes, en caso de ser necesarios, deberán realizarse mediante conectores tipo cuña en el puente flojo de un apoyo con cadenas de amarre. Quedan expresamente prohibidas las uniones por tornillo.

Piezas de conexión

Las piezas de conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos. En zonas de alta y muy alta contaminación se cubrirán con cinta de protección anticorrosiva estable a la intemperie, para que las superficies de contacto no sufran oxidación.

Las piezas de conexión se dividen en terminales y piezas de derivación. Sus características se ajustarán a las normas UNE 21021 y CEI 1238-1.



Terminales

Los terminales cumplirán la Norma NNZ015 Terminales rectos de aleación para conductores de aluminio y aluminio-acero.

Piezas de Derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a sollicitaciones mecánicas, es decir, siempre en un puente flojo.

En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor.

La conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acañamiento cónico.

Dispositivos antiescalamiento

En los apoyos frecuentados, de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.4.2 e la ITC-AT-07, se instarán dispositivos antiescalamiento que dificulten al acceso a las partes en tensión de los apoyos. Los antiescalos que se instalen en los apoyos metálicos cumplirán la Norma AND017 Antiescalos para apoyos metálicos de celosía.

Se instalará un dispositivo antiescala en el nuevo apoyo a instalar nº1 y el apoyo nº4.

Accesorios

Amortiguadores para los conductores eléctricos

Aunque su uso no es común en líneas de MT, en el caso de que puedan preverse daños provocados por las vibraciones se dispondrán grapas adecuadas y antivibradores que absorban parte de la energía amortiguando la fatiga en el punto de agarre.

Es más conveniente diseñar la traza de la línea para que no sea necesario la utilización de dispositivos antivibratorios y para ello es importante seguir la recomendación CIGRE que establece que en España, con una temperatura media de 15 °C, el EDS (Every Day Stress) o tracción media de todos los días, de las líneas aéreas de MT no sobrepase el 15% de la carga de rotura del conductor, por tanto hay que comprobar que el tense correspondiente cumple con esa condición.

Además se debe cumplir que la tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%, CHS (Cool Hour Stress). Es decir, que la tracción del conductor a -5°C no sea superior al 20% de su carga de rotura.

Se evitará la colocación de contrapesos en los apoyos cuyo gravitativo sea negativo, substituyendo el apoyo de suspensión por uno de amarre.

Dispositivos de protección avifauna

Cuando la traza de la LAMT discorra por zonas o espacios protegidos, y en los casos en los que el órgano competente de la Comunidad Autónoma lo determine, se adoptarán las medidas adecuadas para la protección de la avifauna frente a colisiones y electrocuciones. Los dispositivos a instalar deberán estar validados y contrastados por EDE y/o por la Administración competente.

En cualquier caso, los apoyos objeto del presente proyecto se adecuarán a lo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Dispositivos avifauna

Para evitar la electrocución se podrán instalar en los armados de los apoyos, dispositivos que dificulten la posada de las aves tales como sistemas de espinas anti-posada, dispositivos que impidan la nidificación e incluso dispositivos que la faciliten.

Cuando no sea posible alcanzar distancia de seguridad establecida desde la zona de apoyo de la avifauna hasta los puntos en tensión se aislarán los conductores. De igual modo se aislarán los conductores de conexión en los apoyos especiales (seccionamiento, conversiones aéreo-subterráneas...). Los forros de protección serán acordes a los especificado en la Norma BNA001 Forros de protección anti-electrocución de la avifauna en las líneas eléctricas de distribución.

Las medidas a utilizar en la instalación, será la del aislamiento de puentes y grapas.

Placas de señalización

En todos los apoyos se instalarán placas normalizadas para numerar e identificar el apoyo y señalar riesgo eléctrico en la instalación.

Los apoyos en los que se instalen elementos de maniobra se codificarán expresamente con un identificador adicional.

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

Aparamenta

Con objeto de facilitar la maniobrabilidad y mejorar la calidad de servicio de la red de media tensión, en las líneas aéreas se podrá instalar la siguiente aparamenta:

- Seccionadores tripolares.
- Interruptores seccionadores SF6.

- Cortacircuitos fusibles de expulsión "XS".
- Cortacircuitos fusibles limitadores de APR (Solo para protección de centros de transformación)

En general, en cualquier derivación se instalará un dispositivo de seccionamiento que la aisle de la línea principal. Se situará en el primer o segundo apoyo de la derivación que sea de fácil acceso. En nuestro caso se instalará un Interruptor seccionador SF6 en el primer apoyo de la derivación (Apoyo nº1).

Las derivaciones deberán estar protegidas desde la cabecera de la línea, y cuando por criterios de explotación sea necesario que exista una protección intermedia, deberá ser selectiva con la de cabecera de la línea.

En los casos en los que se considere necesario, los elementos de maniobra (Interruptores- seccionadores), estarán telemandados para minimizar el impacto de eventuales averías y reducir los tiempos de maniobra, localización y afectación durante los trabajos de normalización del servicio eléctrico.

En cualquier caso, la aparatenta instalada deberá soportar la intensidad de cortocircuito prevista en la instalación y tendrá las características técnicas mostradas en la tabla 3.

Tabla 3. Nivel de aislamiento de los elementos de seccionamiento

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)		Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)	
		A tierra	A distancia de seccionamiento	A tierra	A distancia de seccionamiento
U ≤ 20	24	50	60	125	145
20 < U ≤ 30	36	70	80	170	195

Interruptor seccionar SF6

La intensidad nominal de estos seccionadores será 400 A o superior y deberán soportar un $I_{cc} \geq 12,5$ kA. Norma AND013 Interruptor-secc. trifásico de operación manual y corte y aislamiento en SF6 para línea aérea MT

Cortacircuitos fusibles

La norma de referencia informativa de los fusibles de expulsión será la AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores de hasta 36 kV

Con carácter general se fija el valor de la intensidad de cortocircuito trifásico (intensidad asignada de corta duración) en 16 kA^2 en barras de MT de la subestación de la que depende la LAMT. En puntos alejados de la subestación esta intensidad disminuye. En la tabla 4 se muestra de forma aproximada las distancias a partir de las cuales se pueden considerar valores de 8 y 12,5 kA respectivamente.



Tabla 4. Distancias alejadas de la subestación e lcc

Conductor	Un (kV)		6		10		11		13,2		15		20		25		30	
	Icc3Ø (kA)		8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5
	47AL1/8-T1A (LA 56)	304	85	506	142	556	156	668	187	759	212	1.012	283	1.265	354	1.518	425	
94-AL1/22-ST1A (LA 110)	559	157	932	261	1.026	287	1.231	345	1.398	392	1.865	522	2.331	653	2.797	783		
147-AL1/34-ST1A (LA 180)	777	217	1.294	362	1.424	399	1.709	478	1.942	544	2.589	725	3.236	906	3.883	1.087		
47-AL1/8-A20SA (LARL 56)	320	90	533	149	587	164	704	197	800	224	1.066	299	1.333	373	1.600	448		
67-AL1/11-A20SA (LARL 78)	445	124	741	207	815	228	978	274	1.111	311	1.482	415	1.852	519	2.223	622		
107-AL1/18-A20SA (LARL 125E)	649	182	1.082	303	1.190	333	1.428	400	1.623	454	2.163	606	2.704	757	3.245	909		
119-AL1/28-A20SA (LARL 145E)	705	197	1.175	329	1.293	362	1.551	434	1.763	494	2.351	658	2.938	823	3.526	987		
147-AL1/34-A20SA (LARL 180)	816	228	1.359	381	1.495	419	1.794	502	2.039	571	2.719	761	3.398	952	4.078	1.142		

Protecciones

Con objeto de proteger las conversiones aéreo-subterráneas y los interruptores seccionadores encapsulados en SF6, se instalarán dispositivos de protección frente a sobretensiones mediante pararrayos. También se instalarán en zonas con un elevado índice isocerámico.

Los pararrayos cumplirán con la norma UNE-EN 60099, tomarán como referencia la norma informativa AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV y se instalarán lo más cerca posible del elemento a proteger (red subterránea de MT).

Denominación codificada: PARARRAYOS: POM/20/10 ETU-6505.

Características técnicas:

Corriente nominal de descarga	10 kA
Tensión asignada (Ur)	36 kV
Tensión máxima de servicio continuo (Uc)	19,5 kV
Tensión residual (Onda 8/20 µs A 10 kV) Ures	≤ 70 kV
Línea de fuga	≥ 763 mm
Envoltorio	Polimérica
Peso aproximado	4 kg

Cimentaciones

La cimentación de los apoyos será de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberá cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08. Además, cumplirá lo detallado en el apartado 3.6 de la ITC-LAT-07 y será del tipo monobloque prismática de sección cuadrada.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dicha cimentación se terminará con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, con el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Los valores de los coeficientes de compresibilidad se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07. Las dimensiones mínimas de cimentaciones de los apoyos más habituales se detallan en el documento "Anexo de cálculo" y "Planos".

Puesta a Tierra de los apoyos

Los apoyos de MT deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse. La instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión.

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 7 de la ITC-LAT-07.

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos según lo indicado en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT-07.

El sistema de puesta a tierra deberá cumplir los siguientes condicionantes:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Resistir a la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- Garantizar la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger las propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

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

Para el nuevo apoyo a instalar, utilizaremos una configuración de puesta a tierra para apoyos frecuentados.

Electrodos de Puesta a Tierra

Los electrodos de tierra estarán compuestos por:

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



- Picas de acero recubierto de cobre de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro
- Conductores horizontales de cobre desnudo con una sección mínima de 50 mm².
- 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.

Se utilizarán electrodos alojados en perforaciones profundas para instalaciones ubicadas en terrenos con una elevada resistividad, o por cualquier otra causa debidamente justificada.

Línea de tierra

La línea de tierra es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con la parte del apoyo que se pretende poner a tierra.

Los conductores empleados en las líneas de tierra deberán tener una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión. No podrán insertarse fusibles o interruptores.

Con carácter general las líneas de tierra se realizarán con conductores de cobre desnudo de una sección mínima de 50 mm². Con el acuerdo previo de EDE podrán instalarse conductores de aluminio aislado de 95 mm². En estos casos, la unión de la línea de tierra con el electrodo de cobre deberá realizarse con los medios y materiales adecuados, que requerirán la validación previa de EDE, para evitar fenómenos de corrosión.

La parte de conductor de cobre desnudo hasta el punto de conexión con el montante se protegerá mediante un tubo de PVC, para lo cual el paso de dicho conductor a través del macizo de cimentación se efectuará por medio de un tubo introducido en el momento del hormigonado.

El extremo superior del tubo quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra.

En general, como conductores de tierra entre herrajes, crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos. En ningún caso podrá emplearse para la puesta a tierra de autoválvulas o pararrayos, que deberán disponer de un conductor independiente hasta el terminal de tierra del apoyo.

Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

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

- Apoyos frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día. **Considerando los apoyos nº 1 y 2 como no frecuentados.**

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

- Cuando se aislen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
- Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o aisladas respecto del apoyo o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas.

- A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:
- Apoyos frecuentados con calzado (F): se considerará como resistencias adicionales la resistencia del calzado y la resistencia a tierra en el punto de contacto.
- Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.
- Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.): se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto considerando nula la resistencia del calzado. Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas, donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Los apoyos que sean diseñados para albergar conversiones aéreo-subterráneas deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación.

Los apoyos que sean diseñados para albergar dispositivos de maniobra, protección o cajas de empalme de cables de fibra óptica ADSS, deberán cumplir, a los efectos del cálculo del sistema de puesta a tierra, los mismos requisitos que los apoyos frecuentados.

Sistemas de puesta a tierra

Apoyos no frecuentados

De acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, si el tiempo de desconexión automática en la líneas de media tensión es inferior a 1 segundo, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

A tal efecto, en general se utilizará un electrodo lineal por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

En aquellos casos en los que debido a la elevada resistividad del terreno, o a cualquier otra causa debidamente justificada, se utilizarán electrodos alojados en perforaciones profundas.

El extremo superior del electrodo de tierra quedará, como mínimo, a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra o electrodos y el apoyo. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

Apoyos frecuentados

En general se instalará un electrodo en anillo cerrado a una profundidad de al menos 0,50 m alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante dos/cuatro conexiones. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

A este anillo se conectarán como mínimo cuatro picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios.

Si con la configuración de puesta a tierra proyectada no se obtienen valores de tensión de contacto aplicada reglamentarios, se adoptarán medidas adicionales de seguridad con el objeto de considerar la instalación exenta de dicho cumplimiento. En estos casos, no será necesario que el electrodo de puesta a tierra sea en forma de anillo siempre que se verifique el cumplimiento de la tensión de paso aplicada y que el valor de la resistencia de puesta a tierra sea suficiente para asegurar la correcta actuación de las protecciones.

En aquellos casos en los que debido a la elevada resistividad del terreno, o a cualquier otra causa debidamente justificada, se utilizarán electrodos alojados en perforaciones profundas.



Medidas adicionales de seguridad

Las medidas adicionales de seguridad que se deberán considerar para reducir los riesgos a las personas podrán ser:

- Instalar sistemas antiescalo de fábrica de ladrillo u obra civil que aislen o impidan el contacto con las partes metálicas puestas a tierra.
- Disponer de una superficie equipotencial unida al electrodo de puesta a tierra, de 1,2 metros de ancho y perimetral con la cimentación del apoyo.
- Disponer de suelos o pavimentos que aislen suficientemente de tierra las zonas de servicio peligrosas, de 1,2 metros de anchura y perimetral con la cimentación del apoyo.

Medidas de protección de la avifauna

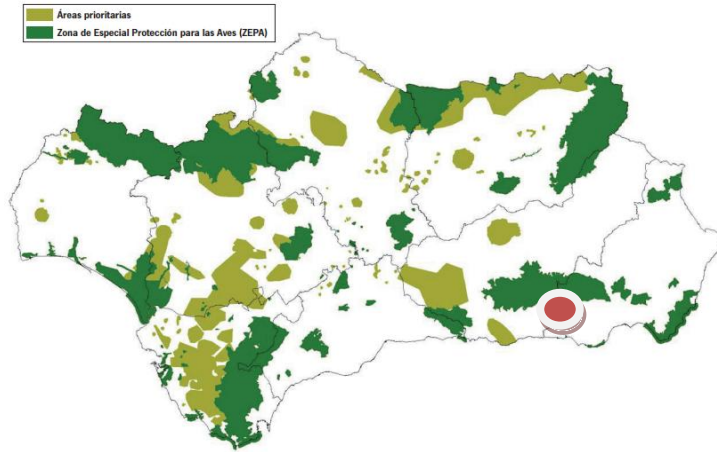
En el diseño de las líneas que afecten o se proyecten en las zonas de protección definidas en el artículo 3 del R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, se aplicaran las siguientes medidas correctoras:

- Los puentes y aparamenta deberán mantener siempre las partes en tensión por debajo de la cruceta. Además se aislarán los puentes y/o partes en tensión de las conexiones en los apoyos especiales (derivaciones, seccionamientos, fusibles, centros de transformación, conversiones, etc..)
- En configuraciones al tresbolillo y en hexágono se asegurará que la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior es mayor de 1,5 m.
- Para armados de bóveda la distancia entre la cabeza del apoyo y el conductor central, será mayor de 0,88 m., o en caso contrario, se aislará dicho conductor un metro a cada lado del punto de enganche.
- Las distancias mínimas de seguridad entre la cruceta y cualquier punto en tensión del conductor asociado a ella, será:
 - Para cadenas de suspensión: 0,60 m.
 - Para cadenas de amarre: 1,00 m.
- En el caso de no poder alcanzarse estas distancias de seguridad mediante la instalación de aisladores, se colocarán alargaderas de protección, de una geometría que dificulte la posada de las aves, colocadas entre la cruceta y los aisladores con objeto de aumentar la distancia entre la zona de posada y los puntos en tensión.

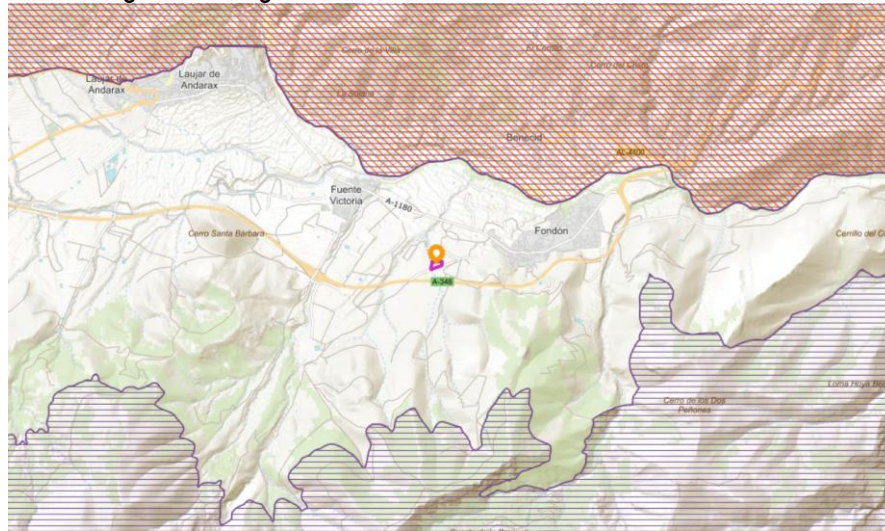
En cualquier caso, si no es posible obtener la distancia de seguridad mediante la instalación de aisladores y alargaderas, se puede adoptar la solución de aislar el conductor y/o las piezas de conexión.

Además, se tendrán en consideración posibles medidas más restrictivas que establezca la legislación autonómica.

En nuestro caso no es de aplicación medidas anticollisión, al estar situado fuera de la Zona de Especial protección para las Aves (ZEPA) y áreas prioritarias.



Mencionar que la actuación proyectada se encuentra fuera de las zonas protegidas de la Red Natura 2000 se puede ver en la siguiente imagen:



Red Natura 2000 (LIC, ZEC y ZEPA) en Andalucía



Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



A parte también se refleja la no afectación con aves protegidas según las capas de REDIAM tal y como se puede observar en la siguiente imagen;



Ámbito aves esteparias: Ámbito de aplicación del Plan recuperación y conservación de aves esteparias, 2011

- Aguilucho Cenizo
- Alondra Ricotí
- Avutarda
- Ganga Ibérica
- Ganga Ortega
- Sisón

Ámbito águila imperial: Ámbito de aplicación del Plan recuperación y conservación del águila imperial, 2011

- Águila Imperial

Ámbito aves de humedales: Ámbito de aplicación del Plan recuperación y conservación aves de humedales, 2012

- Aves Humedales

Ámbito aves necrófagas: Ámbito de aplicación del Plan recuperación y conservación de aves necrófagas, 2011

- Alimoche
- Buitre negro
- Milano real
- Quebrantahuesos

ZEPA: Zonas de Especial Protección para las Aves, agosto de 2008.

- ZEPA

Áreas prioritarias avifauna: Zonas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión, 2009

- Áreas Prioritarias Avifauna

Distancias de Seguridad

Para el cálculo de los distintos elementos de la instalación se tendrán en cuenta las distancias mínimas de seguridad indicadas en el apartado 5 de la ICT-LAT-07 y/o en las correspondientes Especificaciones Particulares de EDE.

A continuación, se indican las distancias mínimas a tener en cuenta en este proyecto.

Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Se tendrán en cuenta las siguientes distancias:

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. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

Dpp= Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Dpp es una distancia interna.

Tabla 6. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas (según tabla 15 ITC-LAT 07)

Tensión más elevada de la red U_S (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
24	0,22	0,25
36	0,35	0,40

Además, se tendrá en cuenta lo descrito en el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT-07 en referencia a la comprobación de distancias con una velocidad de viento mitad y su tense asociado.

Distancia de los conductores eléctricos entre sí

La ITC-LAT 07 en el punto 5.4.1, establece que la separación mínima entre conductores se determina con la siguiente expresión:

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

Siendo:

- D = Separación en m.
- K = Coeficiente de oscilación (Se obtiene de la Tabla 16, apartado 5.4 ITC-LAT 07)
- F = Flecha en m.
- L = Longitud de la cadena de suspensión en m.
- K' = 0,75 para las líneas de tercera categoría

D_{pp} = Distancia mínima de aislamiento en el aire para prevenir descargas disruptivas entre conductores en fase de sobretensiones de frente lento o rápido. Viene dado por la tabla del apartado anterior.

Distancias de los conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

La altura de los apoyos será la necesaria para que, teniendo en cuenta lo indicado en el apartado de distancias, los conductores eléctricos, con su máxima flecha prevista según las hipótesis de temperatura y hielo más desfavorables, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o cursos de agua no navegables, a una altura mínima de 7 metros. En lugares de difícil acceso, estas distancias podrán reducirse hasta en un metro.

Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

Cruzamientos

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de mayor tensión y se procurará que el cruce se efectuó en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de tensión más elevada. En cualquier caso, la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

Tabla 7. Distancias entre los conductores y los apoyos en caso de cruzamientos

Nivel tensión (kV)	Distancia
$U \leq 45$	2
$45 < U \leq 66$	3
$66 < U \leq 132$	4
$132 < U \leq 220$	5
$220 < U \leq 400$	7

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no será inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ en metros}$$

A la distancia entre conductores (D_{pp}) se aplicarán los valores de la tabla 6 y a la distancia de aislamiento adicional se aplicarán los valores de la tabla 8.

Tabla 8. Distancia aislamiento adicional cruzamiento líneas eléctricas o de telecomunicación

Tensión nominal red (kV)	Dadd (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
$U \leq 30$	1,8	2,5



Paralelismos

Se evitará la construcción de líneas paralelas de distribución o transporte a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

Este mismo criterio se aplicará para el paralelismo con líneas de telecomunicación.

Distancia a carreteras

En general la ubicación de los apoyos en las proximidades de carreteras será a una distancia de la arista de la calzada superior a vez y media su altura, con un mínimo de 25 metros en carreteras y 50 metros en autovías.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración para cada caso particular.

Cruzamientos

Considerando lo indicado en el apartado correspondiente la distancia mínima sobre la rasante de la carretera, tanto de los conductores eléctricos, será de 8 metros.

Distancias a ferrocarriles sin electrificar

En general, la distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de 50 metros hasta la arista exterior de la explanación de la vía férrea. Además, en el caso de cruzamientos, en ningún caso podrán instalarse apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media de la altura del apoyo.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración.

Cruzamientos

Teniendo en cuenta lo indicado en el apartado 5 de la ICT-LAT-07 la distancia mínima sobre las cabezas de los carriles, tanto de los conductores eléctricos como de los cables ADSS, será de 8 metros.

Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de 50 metros hasta la arista exterior de la explanación de la vía férrea, y en ningún caso podrán instalarse a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media de la altura del apoyo.

En cualquier caso, se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración.

Cruzamientos

Considerando lo indicado en el apartado 5 de la ICT-LAT-07, la distancia mínima vertical entre los conductores eléctricos o los del cable ADSS, con su máxima flecha vertical prevista, y el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de 4 metros.

Distancias a teleféricos y cables transportados

Teniendo en cuenta lo indicado en el apartado 5 de la ICT-LAT-07, la distancia mínima vertical entre los conductores eléctricos o los del cable ADSS, con su máxima flecha vertical prevista, y la parte más elevada del teleférico será de 5 metros.

Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

En general la ubicación de los apoyos en las proximidades de ríos y canales navegables será a una distancia del borde del cauce fluvial superior a vez y media su altura, con un mínimo de 25 metros.

Cruzamientos

Considerando lo indicado en el apartado 5 de la ICT-LAT-07, la altura mínima de los conductores eléctricos o los del cable ADSS sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 2.3 + D_{el} \text{ en metros}$$

Donde G es el gálibo. Si no está definido se utilizará un valor de 4,7 m.

Paso por bosques y masas de arbolado

Cuando se sobrevuelen masas de arbolado se abrirán calles libres de cualquier vegetación que pueda favorecer un incendio, siempre que se cuente con la autorización del organismo competente.

De esta forma se establecerá una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en 2 metros.

En caso de no disponer del permiso necesario para abrir la calle, se mantendrá entre los conductores en su posición más desfavorable y la masa de arbolado una distancia vertical suficiente para permitir el desarrollo completo de la especie sobrevolada sin necesidad de realizar podas periódicas de la misma. Por lo tanto la distancia de los conductores al suelo deberá ser la altura máxima de la especie sobrevolada, incrementada en 2 metros.

Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas

No se construirán líneas por encima de edificios o instalaciones industriales.

Se establece una zona de no edificación definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en 5 m para todas las tensiones de EDE.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE

Características generales

Los CTBP (centro de transformación bajo poste) se instalarán siempre en edificio independiente prefabricado de superficie y alojarán un único transformador. La alimentación en MT al CTBP se realizará mediante cables subterráneos a través de conversión de aéreo subterránea de la línea aérea trifásica de 3ª Categoría a la que se conecta el centro.

Con carácter general, se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH003 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie modelo bajo poste.

Ubicación y Accesos

La ubicación del CTBP será determinada teniendo en cuenta el cumplimiento de las condiciones de seguridad, del mantenimiento de las instalaciones y de la garantía de servicio, así como todas las reglamentaciones y normativas relativas a distancias a edificaciones, vías de comunicación y otros servicios.

La ubicación y los accesos deberán permitir:

- El transporte, el movimiento, la instalación, el mantenimiento y la sustitución de todos los elementos integrantes del CT con medios mecánicos.
- La ejecución de los trabajos necesarios para la explotación del centro cumpliendo siempre con la reglamentación en materia de seguridad para las personas que realicen los trabajos.
- El acceso directo al CT directamente desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal y materiales. Excepcionalmente, el acceso será desde una vía privada con la correspondiente cesión del terreno o la servidumbre de paso que garantice el acceso libre y permanente al CT.

Se deberán tener en consideración además los siguientes aspectos:

- La instalación del CTBP será a pie del apoyo destinado a la conversión aéreo- subterránea.
- El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido, a partir de él, de todas las canalizaciones subterráneas previstas, de entrada y salida al CT, hasta las infraestructuras existentes a las que quede conectado.
- El nivel freático más alto se encontrará 0,30 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CT.
- En cualquier caso, se deberá disponer de los correspondientes permisos de paso de líneas de MT y BT, de implantación de instalaciones y demás servidumbres asociadas, otorgados por el titular de los terrenos.
- El acceso al CT será exclusivo para el personal de EDE o empresas autorizadas. Este acceso estará situado en una zona que, incluso con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.

- Los espacios correspondientes a ventilaciones y accesos cumplirán con las distancias reglamentarias y condiciones de la ITC-RAT 14 “Instalaciones Eléctricas de Interior” y lo establecido en el documento básico HS3 “Calidad de Aire Interior” del Código Técnico de la Edificación.
- No se podrán instalar estos centros en zonas inundables, y además se comprobará que el tramo del vial de acceso al local destinado a centro de transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.
- Se dispondrá alrededor del apoyo un cortafuegos perimetral.

Dimensiones

Las dimensiones del CTBP deberán permitir:

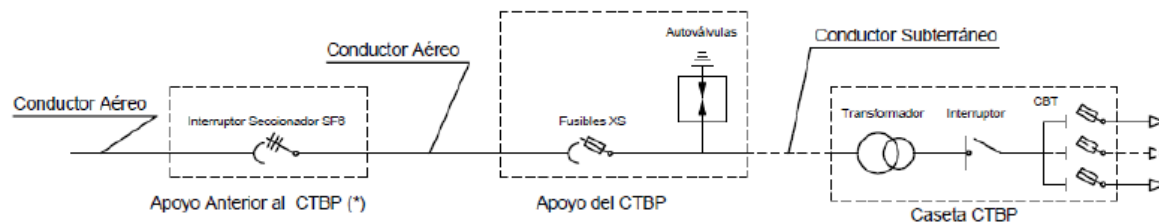
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.

Características eléctricas de la Instalación

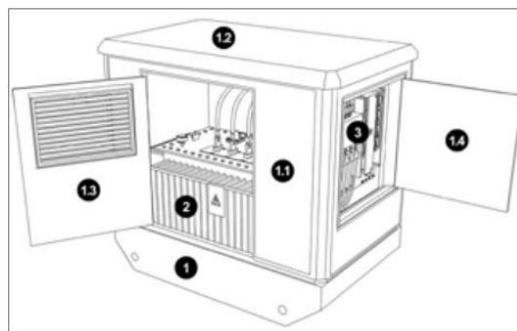
Configuración eléctrica

El CT objeto del presente proyecto se ajustarán a las siguientes configuraciones:

Figura 1. Configuración eléctrica



Los elementos que componen el CTBP son los siguientes:



1	Envolvente Prefabricada
1.1	Construcción Monobloque Hormigón
1.2	Cubierta Amovible
1.3	Puertas de Transformador
1.4	Puerta de Acceso al CBT
2	Transformador de Potencia
3	Cuadro Baja Tensión CBT- Interruptor

Nivel de aislamiento en MT

Para tensión nominal de alimentación 24kV, excepto para los transformadores de potencia y los pararrayos, la tensión prevista más elevada del material y los niveles de aislamiento serán los fijados en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles de aislamiento

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial Ud (kV eficaces)	Tensión de choque soportada a impulsos tipo rayo (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170

El aislamiento se dimensionará en función del nivel de tensión de la red proyectada y de los requerimientos indicados en la ITC-RAT 12 de acuerdo a lo indicado en la tabla 1.

Nivel de aislamiento en BT

En cuanto a la tensión de servicio de la instalación de BT del CT, se podrán dar los casos recogidos en la tabla 2.

Tabla 2. Tensiones de servicio

Tipo CT	Tensión nominal en BT (V)	Transformador
Monotensión	400	Clase B2

A los efectos del nivel de aislamiento, los equipos de BT instalados en los CT con envolvente conectada a la instalación de tierra general, serán capaces de soportar, por su propia naturaleza o mediante aislamiento suplementario, una tensión a frecuencia industrial de corta duración de 10 kV y una tensión de 20 kV a impulsos tipo rayo.



Potencias de transformación

Se utilizarán las potencias de 50, 100 y 160 kVA, si bien el dimensionamiento de los CTBP permite la instalación de un trafo de 250 kVA a fin de poder adaptar el CTBP a eventuales incrementos de potencia demandada.

Tabla 3. Potencias admisibles

Tipo de CT	Tensión nominal en BT (V)	Potencias asignadas (KVA)			
		50	100	160	250
Monotensión	400 (B2)	X	X	X	X

En el presente proyecto se dimensionará la instalación para un transformador de 100kVA.

Corriente de cortocircuito

Los materiales de MT instalados en el CTBP, deberán ser capaces de soportar las solicitaciones debidas a las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto previstos en la instalación. Con carácter general se fija el valor de la intensidad de cortocircuito trifásico (intensidad asignada de corta duración) en 16 kA2 en barras de MT de la subestación de la que depende el CTBP. En puntos alejados de la subestación esta intensidad disminuye. En la tabla 4 se muestra de forma aproximada las distancias a partir de las cuales se pueden considerar valores de 8 y 12,5 kA respectivamente.

Tabla 4. Distancias alejadas de la subestación e Icc (*)

	U _n (kV)	6		10		11		13,2		15		20		25		30		
		I _{cc3φ} (kA)	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5	8	12,5
Conductor	47AL1/8-T1A (LA 56)		304	85	506	142	556	156	668	187	759	212	1.012	283	1.265	354	1.518	425
	94-AL1/22-ST1A (LA 110)		559	157	932	261	1.026	287	1.231	345	1.398	392	1.865	522	2.331	653	2.797	783
	47-AL1/8-A20SA (LARL 56)		320	90	533	149	587	164	704	197	800	224	1.066	299	1.333	373	1.600	448
	67-AL1//11-A20SA (LARL 78)		445	124	741	207	815	228	978	274	1.111	311	1.482	415	1.852	519	2.223	622

(*) Distancias calculadas considerando una intensidad de cortocircuito de 16 kA en barras de MT de la subestación, la resistencia de cada conductor a 50° y la reactancia asociada a una configuración de doble circuito. Para otras configuraciones y/o intensidades de cortocircuito diferentes en barras de MT de la subestación que alimenta el CTBP proyectado, el proyectista deberá justificar la intensidad de cortocircuito y la aparatenta seleccionada en el correspondiente proyecto simplificado. En algunos casos este valor podrá ser de 20 kA.

Para materiales instalados en BT se considerará una intensidad de cortocircuito admisible asignada de 12 kA (corta duración 1 s).

Características de la Obra Civil

Edificio

Los edificios prefabricados para alojar CTBP serán de tipo monobloque. Sus dimensiones y características tomarán como referencia la norma informativa FNH003 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie modelo bajo poste.

Estarán preparados para albergar toda la aparamenta y equipos de acuerdo a las configuraciones descritas, con tensión máxima del material 24 ó 36 kV y potencia máxima de los transformadores de 160 kVA, ampliables a 250 kVA.

Cimentación

El terreno sobre el cual deba ir situado el CTBP, será plano y deberá compactarse previamente con un grado de compactación no menor al 90%. Como medida de seguridad, se construirá en torno al edificio del CTBP una acera de 1 m de ancho que actuará como superficie perimetral. En caso de proximidad a taludes, la distancia desde el contorno exterior de dicha acera hasta la arista del terraplén no será inferior a 5 m.

La presión que el CTBP ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm².

Instalación Eléctrica

Líneas de alimentación

Las líneas de 3ª Categoría (≤ 30 kV) de alimentación del CT serán aéreas, diseñadas y construidas cumpliendo la reglamentación y normativa vigente que les sea de aplicación y de acuerdo a las correspondientes normas de EDE. Previamente contempladas en apartados anteriores.

La entrada al CT de las líneas de alimentación se realizará, en todos los casos, mediante cables subterráneos unipolares aislados con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), tomando como referencia la norma informativa DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV, de las características según tabla 5.

Tabla 5. Características conductores

Características	Valores
Nivel de aislamiento	12/20 ó 18/30 kV
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	95 o 150 mm ²

La temperatura mínima ambiente para ejecutar el tendido del cable será siempre superior a 0°C. El radio de curvatura mínimo durante el tendido será de 20xD, siendo D el diámetro exterior del cable, y una vez instalado, este radio de curvatura podrá ser como máximo de 15xD.

Para nuestra instalación utilizaremos cable con un nivel de aislamiento mínima 12/20kV y una sección de fase mínima de 95 mm²

Apoyo del CTBP

Se utilizarán apoyos metálicos de celosía contruidos con perfiles de acero laminado galvanizados unidos entre sí mediante soldadura o tornillos, tomando como referencia la norma informativa AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.

El apoyo del CTBP se completará con un armado adecuado para poder realizar el amarre de la línea aérea y alojar la aparamenta y la conversión aéreo-subterránea para entrada al transformador.

Dicho apoyo está contemplado en el apartado de línea áreas MT.

Aparamenta

La aparamenta a utilizar según los esquemas unifilares indicados es:

- **Interruptor-seccionador tripolar:** Los interruptores-seccionadores tripolares de intemperie, tomarán como referencia las siguientes especificaciones:
 - 150203, para instalaciones con $U \leq 20$ kV.
- **Cortacircuitos fusibles:** La norma de referencia informativa de los fusibles de expulsión será la AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores de hasta 36 kV.

Herrajes

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes tomarán como referencia la norma informativa AND009 Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV.

Transformadores de potencia

Los transformadores de los CTBP se ajustarán a lo especificado en la norma informativa GST001 MV/LV Transformers.



Circuito de MT

Los conductores de la línea aérea de 3ª Categoría que alimenta al CTBP serán, del tipo 47-AL1/8-ST1A referenciadas en la norma informativa AND010 Conductores desnudos para líneas eléctricas aéreas de media tensión hasta 30 kV.

En aquellas líneas afectadas de muy alta contaminación, deberá utilizarse conductor tipo A20SA.

Para todo el tramo de línea aérea MT, se tendrá en cuenta la indicado en el apartado del presente proyecto correspondiente a la línea aérea MT.

La conexión entre la línea eléctrica de MT y el transformador se realizará con cable unipolar tomando como referencia la norma informativa DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.

Los cables de conexión dispondrán en el extremo del apoyo del CTBP de terminales termorretráctiles que tomarán como referencia la norma informativa GSCC005 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold shrink terminations for MV cables.

En transformadores de potencia 250 KVA se instalarán conectores enchufables según la norma informativa GSCC006 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable connectors for MV cables.

Para el resto de potencias se podrán utilizar conectores enchufables o convencionales. Como es nuestro caso.

Puentes BT

La unión entre las bornas 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) de 0,6/1 kV y cubierta de poliolefina, que tomarán como referencia la norma informativa CNL001 Cables Unipolares para Redes Subterráneas de Distribución BT de tensión asignada 0,6/1 kV.

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

Interruptor BT

Con objeto de proteger el transformador frente a sobrecargas se colocará un interruptor automático de BT con una bobina de disparo (230 V) que actuará cuando reciba, de la sonda de temperatura del transformador, la correspondiente orden de apertura. Las características del interruptor deberán asegurar la selectividad con los fusibles de BT.

Cuadro BT

El CTBP dispondrá de dos salidas de 400 A ampliables a una tercera, en el interior de un Cuadro de BT que seguirá lo detallado en la norma informativa FNH003 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie modelo bajo poste.

Las bases portafusibles BT toman como referencia la norma informativa>NNL012 Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco.

Se podrán instalar igualmente cuadros de BT con interruptores automáticos de intensidad y poder de corte adecuados, en lugar de fusibles, para la protección de cada salida de BT.

Protecciones

5.1 Protección contra cortocircuitos

Con el objeto de proteger la red y el transformador ante defectos internos y externos al mismo se instalarán, en el apoyo del CTBP, cortacircuitos fusibles de expulsión XS o cortacircuitos fusibles tipo APR del calibre apropiado a la potencia y tensión nominal del transformador.

Los cortacircuitos fusibles estarán formados por la base unipolar y el tubo de expulsión o por la base unipolar y el tubo fusible.

Los cortacircuitos fusibles de expulsión XS serán curva K.

Se instalarán fusibles de expulsión en CTBP a conectar en redes de distribución con una intensidad de cortocircuito trifásico menor de 8 kA. Para valores de 8 kA o superiores, en lugar de fusibles de expulsión se instalarán fusibles de alto poder de ruptura (APR).

En nuestro caso la aparamenta más adecuada será fusibles de expulsión.

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.

El calibre de los fusibles se elegirá según la tensión nominal de la red y la potencia del transformador a proteger, en nuestro caso y para el transformador de 100kVA serán 12A.

- Con fusibles de expulsión serán de tipo curva K y de los siguientes calibres:

Tensión Red (kV)		6	10	11	13.2	15	20	25	30
Potencia transformador kVA	50	20	12	12	10	10	6	5	5
	100	40	25	20	20	15	12	10	8
	160	65	40	30	30	25	20	15	12
	250	80	50	50	40	40	30	20	15

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación deberán ser eliminados por los fusibles de las líneas BT correspondientes, sin que se vean afectados los del transformador, salvo en su función de apoyo a los de BT.

Protección contra sobretensiones en MT

Los pararrayos estarán constituidos por resistencia de característica no lineal, de óxido de zinc, conectadas en serie sin explosores. Tomarán como referencia la norma informativa AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.

La línea de descarga corresponde a la Clase 1.

La conexión de los pararrayos con los cables de fase se realizará mediante latiguillos de conductor desnudo de la misma sección que la línea, lo más cortos posible y evitando la formación de curvas pronunciadas.

Pararrayos contemplados también en el apartado previo para líneas aéreas de MT.

Protección térmica del transformador

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 de BT 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 105 ° C.

La protección se conectará según lo indicado en el plano de detalle de conexión del interruptor.

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.

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el correspondiente a la tierra general y el de neutro, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea inferior a 1.000 V. La separación mínima entre los electrodos de los mencionados circuitos se calcula en el Documento Cálculos justificativos.

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de neutro en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra general sean tales que ante un posible defecto



a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000 V. (no es de aplicación=

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

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envoltente metálica del cuadro de BT.
- Cuba del transformador.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- 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 neutro se conectará el neutro de BT del transformador y la barra general de neutro del cuadro de BT.

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, con los condicionantes especificados en la ITC-RAT 13, 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.
4. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.
5. Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.

6. 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".
7. Investigación de las tensiones transferidas al exterior. 9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.
8. En el documento de Cálculos Justificativos del presente Proyecto Tipo se desarrolla el procedimiento de cálculo y justificación de la instalación de puesta a tierra que se aplicará a cada CT en cada proyecto específico.

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, la composición de los electrodos podrá estar formada por una combinación de:

- Picas de acero recubierto de cobre, referenciadas en la norma informativa NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).

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.

Se utilizarán electrodos alojados en perforaciones profundas para instalaciones ubicadas en terrenos con una elevada resistividad, o por cualquier otra causa debidamente justificada.

Líneas de puesta tierra

Las líneas de puesta a tierra se realizarán con conductores de cobre desnudo de una sección mínima de 50 mm² o con conductores de aluminio aislado de 95 mm². Cuando se empleen conductores de aluminio, la unión entre conductores de aluminio y cobre deberá realizarse con los medios y materiales adecuados que podrán ser revisados por EDE para garantizar que se eviten fenómenos de corrosión.

La línea de tierra del neutro estará aislada en todo su recorrido con un nivel de aislamiento de 0,6/1kV, 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.

Ejecución de la puesta a tierra general

La puesta a tierra general se ejecutará, siempre que sea posible, mediante un electrodo horizontal formado por cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección (C-50) soterrado bajo la solera del CT, de forma cuadrada o rectangular, complementada, si procede, con picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro clavadas en el terreno. En número de picas será el suficiente para conseguir la resistencia a tierra prevista.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

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

- La parte de la instalación de la puesta a tierra general que discurre por el interior del CT será revisable visualmente en todo su recorrido.
- Se instalará un borne de conexión para la medida de la resistencia de tierra en el que será posible la inserción de una pinza amperimétrica para la medición de la corriente de fuga o la continuidad del bucle.
- 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.
- No se unirá a la instalación de puesta general a tierra ningún elemento metálico situado en los perímetros exteriores del CT, tales como puertas de acceso, rejillas de ventilación, etc.
- Igualmente, la cuba del transformador se conectará a la puesta a tierra general, por lo menos, en los dos puntos previstos para ello.
- La envolvente del cuadro de BT (cuando sea metálica) estará conectada al circuito de tierra general, mientras que la pletina de conexión del neutro de BT lo estará al circuito de tierra de neutro.

Ejecución de la puesta a tierra de servicio

Para la puesta a tierra de neutro 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 37Ω .

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 general y de neutro 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 XZ1 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.

Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

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

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



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

- Construir exteriormente al CTBP una acera perimetral de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona normalmente utilizada para acceder al mismo. El armado de la acera perimetral se conectará a la tierra general del centro creando una superficie equipotencial.
- En caso de proximidad a taludes, la distancia desde el contorno exterior de dicha acera hasta la arista del terraplén no será inferior a 5 m.

Sistema de Telegestión

En el CT se instalará un concentrador de telegestión, cuya función es el almacenamiento de las lecturas de los contadores de BT conectados en las redes de BT que se suministran desde el CT.

Con la finalidad de permitir la instalación de dicho concentrador, se dispondrá una base aislante anclada a la cara interior de uno de los cerramientos de forma que toda su superficie quede accesible en condiciones normales de explotación una vez estén instalados todos los equipos previstos en el CT, y de forma que no obstaculice las operaciones normales de operación y mantenimiento del centro.

Las dimensiones e instalación de la base se referencian en la norma informativa FNH003 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie modelo bajo poste.

La instalación del concentrador le corresponderá a EDE.

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.

La comprobación de que no se superan los valores establecidos en dicho Real Decreto se detalla en el documento Estudio de Campos Magnéticos del presente proyecto tipo.

De este modo, si el proyecto real de CT se realiza conforme a la disposición y configuración de este proyecto tipo, los cálculos de campos magnéticos para la instalación real se pueden considerar idénticos a los del proyecto tipo, no siendo necesario incluir cálculos específicos adicionales.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



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

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

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se 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 referencia:

- 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

Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

Protección contra Incendios

En la construcción se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 5.1 del ITC-RAT 14, el Documento Básico DB-SI "Seguridad en caso de Incendio" del Código Técnico de la Edificación y las Ordenanzas Municipales aplicables en cada caso.

Extintores móviles

Dado que existe personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de esta tipología de instalaciones, este personal itinerante deberá llevar en sus vehículos, como mínimo, dos extintores de eficacia mínima 89B, y por lo tanto no será precisa la instalación de extintores en los Centros de Transformación.

Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC-RAT 14 apartado 4.4, utilizándose preferentemente el sistema de ventilación natural. La posición y tamaño de las rejillas de ventilación estarán determinadas por la envolvente prefabricada elegida, referenciados en la norma informativa FNH003 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie modelo bajo poste.

El modulo prefabricado esta previamente dimensionado y homologado para la instalación de un transformador de 250kVa con ventilación natural, cumpliendo así para la instalación de nuestro transformador.

Insonorización y medidas anti vibraciones

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Además, se deberá cumplir con el Código Técnico de la Edificación, legislaciones de las comunidades autónomas y ordenanzas municipales.

Caso de sobrepasar esos límites, se tomarán medidas correctoras para minimizar y reducir la emisión de ruido y la transmisión de vibraciones producidas. El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de emisión de ruido al medio ambiente exterior y a los locales colindantes del CT, siendo estos valores función del tipo de área acústica. Estos niveles de ruido deben medirse de acuerdo a las indicaciones del anexo IV del RD 1367/2007.

En caso de ser necesario tomar medidas correctoras con el fin de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los transformadores de distribución, se podrá instalar en cada punto de apoyo un

amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores. Cada amortiguador estará formado por suelas de acero y muelles metálicos de alta resistencia. Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar. Este sistema proporcionará además el anclaje del transformador impidiendo su desplazamiento fortuito y/o paulatino a lo largo del tiempo, no autorizándose ningún otro sistema de anclaje que pudiera propiciar la transmisión mecánica de ruidos o vibraciones a otros elementos del local.

Protección contra la contaminación

Dado que el CT puede estar afectado por varios tipos de contaminación a la vez, en función de su ubicación, se tomarán las medidas adicionales que correspondan.

Los niveles de contaminación salina e industrial se establecen en el documento informativo NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial

Para los CT afectados por alta contaminación salina o industrial se tomarán las medidas siguientes, no siendo este nuestro caso:

- Las rejillas se colocarán preferentemente en la cara no afectada directamente por vientos dominantes procedentes de la contaminación, y cuando esto no sea posible se instalarán cortavientos adecuados.
- Los terminales de los cables de baja tensión, las bornas de BT del transformador y del cuadro de BT, irán protegidos mediante envolventes aislantes.

Señalización y material de seguridad

Los CT estarán dotados 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.
- El cuadro de BT llevará también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva.
- 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.

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

Criterios generales de diseño

Para las instalación objeto del proyecto, se ejecutara un red subterranea de baja tensión con un tensión de 400 v entre fases y 230 v entre fase y neutro, a la frecuencia de 50Hz.

Tabla 1. Tipologías de conexión y tipo de red de BT

Conexión	Tipo de suelo	Tipo de red
Red BT desarrollada desde un nuevo CT a construir	Suelo urbanizado y rural sectorizado	Red subterránea de configuración mallada con explotación radial.
	Suelo rural.	Red aérea a desde nuevo CT.
Red BT desarrollada desde un CT existente.	Suelo urbanizado y rural sectorizado	Red subterránea de configuración mallada o radial en función de la red existente.
	Suelo rural.	Red aérea.
Red BT desarrollada desde La red BT existente.	Cualquiera.	Red de la misma tipología que la red a la que se conecta.

Para nuestra instalación utilizaremos una la tipología de suelo rural y nueva extensión de red en areo. Siendo necesario un tramo en subterráneo para unir el cuadro de BT con el nuevo apoyo BT-1 donde serealizará un paso aéreo/subterráneo

Los aspectos que con carácter general deberán tenerse en cuenta en el diseño de las líneas subterráneas de BT, en adelante LSBT, se indican a continuación. Además de estos parámetros, la tipología y estructura de la red seguirá lo indicado en el apartado de Generalidades de este documento.

- Las LSBT se estructurarán a partir del centro de transformación donde se instalarán

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



los dispositivos de protección o en caso de extensiones de red, a partir de LSBT, armarios y cajas de distribución existentes o de LABT.

- Con carácter general los cables se instalarán bajo tubo, directamente enterrado u hormigonado. Excepcionalmente se podrán alojar los cables directamente enterrados, cuando la legislación o la Administración local así lo establezcan y también cuando la trayectoria de la canalización sea demasiado compleja y sinuosa.
- Las LSBT principales serán de sección uniforme. Igualmente, las derivaciones serán de sección uniforme, aunque ésta pueda ser inferior a la del eje principal.
- En líneas principales, o derivaciones susceptibles de ser malladas, se emplearán cables de 240 mm² o 150 mm² de Al para las fases y para el neutro, como mínimo, 150 mm² o 95 mm² de Al respectivamente.

En el resto de líneas y acometidas se utilizarán las secciones de 50 mm², 95 mm², 150 mm² o 240 mm² de Al.

Las extensiones de red en zonas consolidadas se ejecutarán con cables de la mismasección, o sección equivalente, que la de la red existente.

- En todas las redes de baja tensión el cable de neutro estará perfectamente identificado.
- Con carácter general, para la conexión de las parcelas o suministros a las LSBT se instalarán cajas o armarios de seccionamiento con entrada-salida.
- Excepcionalmente, se podrá prever conexión en “T” en los siguientes casos:
 - Conexión de acometidas para uno o dos suministros individuales conectados en tramos de red tales que:
 - El tramo de red disponga de cajas o armarios de seccionamiento concentrada-salida al menos cada 100 metros.
 - En dicho tramo la suma de las potencias de los suministros a conectar en “T” no supere 100 kW.
 - Conexiones para suministros provisionales de obra.
 - Con objeto de minimizar el espacio necesario en fachadas para ubicar las cajas y armarios de seccionamiento y/o protección, se permitirán conexiones en “T” en soterramientos y actuaciones en entornos histórico-artísticos, con espacios limitados en entornos urbanos consolidados, contado para ello con el acuerdo previo de e-distribución.
 - Suministros singulares, de hasta 15 kW, a conectar en redes consolidadas (alumbrados públicos, casetas tipo ONCE, cargadores para vehículo eléctrico, equipos de señalización vial como radares, semáforos, etc.).

- En cualquier caso, las derivaciones en “T” deberán realizarse siempre en el interior de una arqueta que estará ubicada a no más de 5 metros de la vertical de la caja general de protección.
- Cuando se prevea la conexión de acometidas en “T” en polígonos de nueva urbanización en los que no se ejecute de inicio la totalidad de la red de distribución, el urbanizador, deberá dejar ejecutada la totalidad de la obra civil prevista para la conexión de dichas acometidas, incluyendo la arqueta y la canalización necesaria hasta la ubicación de la caja general de protección en el límite de la parcela, dejando el tubo de la canalización soterrado y sellado en sus extremos.
- Excepto en las conexiones en “T” indicadas anteriormente, la acometida a consumidores se realizará a través de la correspondiente caja de seccionamiento o de distribución.
- Con carácter general en las cajas de seccionamiento y cajas de distribución no se colocarán fusibles de protección, excepto en aquellos casos en los que se justifique su necesidad para una correcta protección de la red, conforme a los criterios definidos en el apartado 8.6. En este caso los fusibles serán de un calibre adecuado que asegure la selectividad con los dispositivos de protección del centro de transformación.
- La carga máxima de transporte de las LSBT se determinará en función de la intensidad máxima admisible del cable.
- Adicionalmente la capacidad de la línea también se limitará por el calibre de los dispositivos de protección utilizados para asegurar una correcta protección frente a sobrecargas y cortocircuitos.
- Las acometidas serán siempre trifásicas y su sección adecuada a la previsión de potencia del consumidor.
- En el trazado de las LSBT se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-BT-07, en las presentes Especificaciones Particulares, así como las que puedan establecer otros Organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado que se pueda proyectar.
- En el diseño de las nuevas redes se evitará o minimizará la realización de empalmes

Elementos de las LSBT

La instalación se encuentra calculada en los “cálculos justificativos” del presente proyecto, donde se podrá verificar los elementos instalados para cada apartado.

Cable aislado de potencia

Los cables aislados de potencia serán adecuados a las tensiones nominal y asignadas indicadas en la tabla 1.

Un (kV)	U0/U (kV eficaces)	Um (kV eficaces)
0,4	0,6/1,0	1,2

Siendo:

Un Valor eficaz de la tensión nominal de la red

Y las tensiones asignadas, la combinación de los valores siguientes:

- **U0** Valor eficaz de la tensión entre un conductor aislado cualquiera y tierra.
- **U** Valor eficaz de la tensión entre dos conductores aislados cualesquiera de una red de cables unipolares.
- **Um** Valor máximo eficaz de la tensión más elevada de la red para la que el material puede ser utilizado.

Los cables a utilizar serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), y con cubierta poliolefina (DMO1), del tipo XZ1.

Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo **CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV.**

Los circuitos de las LSBT se compondrán de cuatro cables unipolares, tres de fase y uno de neutro de las características que se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Características cables subterráneos

Características	Valores
Nivel de aislamiento	0,6/1 (kV)
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	50, 95, 150 o 240 mm ²

Para el neutro se utilizará, dentro de las secciones indicadas en la tabla 2, como mínimo la sección inmediatamente inferior a la de fase.



Excepcionalmente, para los tramos de acometida entre cajas o armarios de distribución y las cajas generales de protección o de protección y medida, podrán emplearse conductores de cobre, de sección equivalente a las indicadas de aluminio a lo largo de la presente especificación.

Para nuestra instalación se utilizara una sección de fase de 150 mm^2 y sección de neutro 95 mm^2

Terminales

La conexión de las LSBT a los cuadros de baja tensión, cajas y armarios de distribución y cajas generales de protección se realizará siempre mediante terminales de aluminio macizo estañado adecuados al tipo de conductor empleado en cada caso, atendiendo a las características de la instalación, tensión de aislamiento (0,6/1 kV), sección y naturaleza de los cables.

Si se instalan terminales de compresión el documento de referencia informativo será el **NNZ014 Terminales rectos de aleación de aluminio para conductores de aluminio y de almelec- instalación interior**. Serán de aleación de aluminio y su unión con el conductor se realizará mediante doble punzonado profundo. La huella del punzonado quedará visible desde la parte frontal de la envolvente y se aislará mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable.

Si se instalan terminales preaislados con apriete mediante tornillo fusible, se considerará como referencia el documento informativo **BNL006 Accesorios de conexión aislados para instalaciones subterráneas de BT**. Estarán constituidos por una aleación de aluminio, dispondrán de los elementos necesarios para la unión al conductor mediante apriete por tornillería fusible y un aislamiento envolvente para reconstruir, de forma simultánea, el aislamiento y la cubierta exterior del cable en la zona de la caña (quedando la pala descubierta).

La conexión del terminal a la instalación fija se realizará a presión por tornillería.

Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores y sección empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En nuestra instalación no se prevee la realización de empalmes.

Si se instalan manguitos preaislados integrarán todos los elementos necesarios para realizar la conexión eléctrica y reconstitución del aislamiento y de la cubierta exterior del cable de forma simultánea. El apriete será por tornillería fusible y tomarán como referencia el documento informativo **BNL006 Accesorios de conexión aislados para instalaciones subterráneas de BT**.

En caso de instalarse manguitos desnudos serán de aleación de aluminio y se ajustarán a lo indicado en las normas UNE 21021 y UNE-EN 61238-1 tomando como referencia el documento informativo **NNZ036 Manguitos de aleación de aluminio para unión conductores Al-Al, Al- Cu, Al-Almelec y Almelec-Almelec**. Sobre el manguito desnudo se colocará un aislamiento envolvente para reconstruir el



aislamiento y la cubierta exterior del cable de forma simultánea, para ello se instalarán manguitos contráctiles en frío.

En aquellos casos en los que requiera el uso de otro tipo de empalmes (cables de distintas tecnologías, etc.) será necesario el acuerdo previo de e-distribución.

No se tiene prevista la ejecución de empalmes en nuestra instalación.

Conectores para derivaciones en “T”

Cuando, según los criterios indicados en el apartado Criterios generales de diseño, se requiera realizar derivaciones en “T” en LSBT se emplearán conectores adecuados al tipo de conductor, sección y a su tensión de servicio.

Se emplearán conectores preaislados que integrarán todos los elementos necesarios para realizar la conexión eléctrica y reconstitución del aislamiento y de la cubierta exterior del cable de forma simultánea. El apriete será por tornillería fusible, el contacto mediante perforación de aislamiento y tomarán como referencia el documento informativo **BNL006 Accesorios de conexión aislados para instalaciones subterráneas de BT.**

No se tiene prevista la ejecución de derivaciones en “T” en nuestra instalación.

Cajas y armarios de distribución

En las LSBT se emplearán cajas o armarios para permitir la conexión de la acometida a los suministros y facilitar los trabajos de operación y mantenimiento en la red de distribución.

El diseño de estas cajas o armarios será adecuado a las tensiones nominal y asignada indicadas en la tabla 3.

Tabla 3. Tensión nominal y asignada de cajas y armarios de distribución

Un (kV)	U (kV eficaces) (*)	Uimp eficaces) (kV
0,4	0,5	8

Siendo:

- Un** Valor eficaz de la tensión nominal de la red.
- U** Tensión asignada del conjunto.
- Uimp** Tensión asignada soportada al impulso

Todas las cajas y armarios de distribución estarán equipados con bases cerradas para fusibles tipo cuchilla, unipolares o verticales tripolares (BUC/BTVC), de tamaño acorde con el calibre de los fusibles a



instalar. Los documentos de referencia informativos son **NNL017 Bases unipolares para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco** y **NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco** respectivamente.

Con carácter general para la conexión en entrada-salida de acometidas se instalarán cajas de seccionamiento (CS). Se dispondrán cajas de modelo ancho que permitan una manipulación óptima de los cables, limitándose el uso de cajas de seccionamiento de modelo estrecho a situaciones excepcionales, con el acuerdo previo de e-distribución, donde exista una limitación de espacio, así como para acometidas especiales (monolitos alumbrado, cargadores urbanos de vehículo eléctrico, etc.).

Las características de las CS tomarán como referencia los documentos informativos CNL003 Caja de seccionamiento para líneas subterráneas en BT y **CNL006 Caja seccionamiento para líneas subterráneas de BT con salidas por parte inferior**.

En zonas residenciales o urbanizaciones de viviendas unifamiliares, para suministros individuales se podrán instalar Cajas de Distribución para Urbanizaciones (CDU). Este tipo de caja permite hacer entrada y hasta dos salidas de la LSBT principal, así como las acometidas a las cajas generales de protección y medida de los clientes (CPM).

Las características de las CDU tomarán como referencia el documento informativo **CNL004 Caja de distribución para urbanizaciones con tendido subterráneo en BT**.

Las CS y CDU se instalarán en el interior de hornacinas de dimensiones adecuadas, realizadas in situ con fábrica de bloque, mortero y enfoscado (pared mínima de 15 cm de grosor) o prefabricadas de hormigón reforzado con fibra (pared mínima 4,5 cm).

Con carácter general las hornacinas se colocarán empotradas en las fachadas o cerramientos de los inmuebles a alimentar. Cuando su colocación se realice con anterioridad a la construcción de estos las hornacinas se colocarán en el límite de la propiedad.

Tanto las CS como las CDU se colocarán a una altura de 45 cm desde su parte inferior hasta el suelo. En todos los casos, y con objeto de proteger el tramo de cables entre la canalización y las cajas, estas incluirán, como una parte integrante del conjunto, una canal destinada a proteger dichos cables.

Los cables de acometida se alojarán en el interior de tubos aislantes (rígidos, curvables o flexibles que cumplan con los requisitos de las normas UNE-EN 61386-21, 61386-22 o 61386-23) o en el interior de canales aislantes acordes a la norma UNE-EN 50085.

Los tubos de conexión con la canalización subterránea quedarán empotrados en la vertical de la entrada de cables de las cajas y tras la conexión de la LSBT se colocará la correspondiente canal protectora.

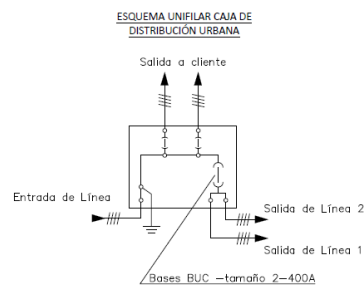
Las hornacinas se cerrarán con una puerta preferentemente metálica de acero galvanizado en caliente, con bisagras resistentes a la corrosión, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102,



revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura metálica de llave triangular de 11 mm de lado o con dispositivos que permitan su bloqueo mediante candado con llave maestra. La dimensión de la puerta será la adecuada para poder acceder correctamente a las envolventes colocadas en el interior y realizar trabajos en las misma. Su parte inferior se encontrará a un mínimo de 0,3 m del suelo, y cuando la anchura de la puerta sea superior a 1 m, obligatoriamente tendrá que ser de doble hoja, sin que tenga bastidores internos.

Además, cuando por necesidades de explotación de la red se requiera, principalmente en soterramientos de instalaciones existentes, se podrán instalar Armarios de Distribución Urbana (ADU). Se emplearán para efectuar derivaciones importantes de la red principal de BT, constituyendo puntos de reparto con seccionamiento y/o protección. Su montaje será intemperie sobre zócalo de hormigón y estarán adosadas a las fachadas de las fincas o en línea con los alcorques, según anchura de acera y normas municipales.

Las características de los ADU tomarán como referencia el documento informativo **CNL005 Armario de distribución intemperie para líneas subterráneas de BT.**



No se tiene prevista la ejecución de derivaciones en "T" en nuestra instalación

Canalización subterránea

Nuevo tramo de canalización a realizar de 3m de longitud con 1 arquetas de BTa la salida de CT.

Descripción de la canalización

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán por terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, preferentemente bajo las aceras evitándose los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales. En este caso se realizan las canalizaciones por una parcela privada. Puntualizar que la parcela donde se desarrollan las redes de BT se trata de una parcela propiedad del ayuntamiento de Fondón, catalogada como zona de equipamiento y quedara constaciá documental de las servidumbre de paso.

Solamente en casos excepcionales se realizará la instalación en zonas de propiedad privada y será con servidumbre garantizada. Esto implica que, además de las condiciones de carácter general, se gestionarán y obtendrán, en cada caso, las condiciones especiales, técnicas y jurídicas, que garanticen las

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



condiciones reglamentarias de legalización y el acceso permanente a las instalaciones para su explotación y mantenimiento, así como para atender el suministro de futuros clientes.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con otros posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

Con carácter general las LSBT se dispondrán en canalización entubada, bajo tubo de diámetro exterior mínimo de 160 mm, libres de halógenos, su interior será liso y poseerán una resistencia adecuada a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación. Se emplearán barras de tubo ("rígidas") de hasta 6 metros de longitud para los tramos de canalización general (rectilíneos) y rollos de tubo ("flexible") para la acometida a las cajas y armarios de seccionamiento y a las conversiones aéreo subterráneas. Se tomarán como referencia la norma UNE-EN 61386-24 y el documento informativo **CNL002 Tubos polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.**

Se deberá prever siempre, al menos, un tubo de reserva en cada zanja. Este tubo quedará a disposición de las necesidades de distribución.

Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre el Reglamento electrotécnico de baja tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, se establece un criterio único de profundidad hasta la parte superior de los cables (directamente enterrados) o de los tubos más próximos a la superficie, que no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada medidos desde la parte superior del pavimento.

Cuando existan impedimentos debidamente justificados que no permitan alcanzar las anteriores profundidades, y con el acuerdo previo de e-distribución, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes tal y como se especifica en la ITC-BT-07. En estos casos se considera adecuada la instalación de una plancha de acero de al menos 3 mm de espesor. En cualquier caso, esta particularidad deberá reflejarse en la documentación de legalización de la instalación.

Deberán disponerse los puntos de acceso suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido y mantenimiento de la LSBT.

Las canalizaciones podrán llevar tubos de control para cables de comunicaciones ubicados encima de los tubos de cables eléctricos, con el fin de facilitar el acceso de operadores de comunicaciones a la red de distribución en cumplimiento de lo exigido en el RD 330/2016. Dichos tubos tendrán continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de comunicaciones, inclusive en las arquetas y calas de tiro si las hubiera. Las derivaciones de cable de comunicaciones se realizarán en arquetas independientes a las de la red eléctrica. Estos tubos de control se instalarán en aquellas canalizaciones con



origen en un centro de transformación, o con origen en otro punto de la red en donde ya existan tubos de control con objeto de dar continuidad a los mismos.

Donde de prevea la conexión de la canalización con cajas y armarios de distribución los tubos quedarán perfectamente alineados verticalmente a su parte inferior.

En el correspondiente plano se detallan las distintas secciones de zanjas y la disposición de todos sus elementos.

En caso de ser necesaria la instalación en una misma canalización de líneas de BT y líneas de MT, se emplearán las secciones de zanja bajo tubo para 3 o 4 circuitos, con la particularidad que los tubos situados en la parte más baja de la canalización (previstos para la LSMT) serán de diámetro exterior mínimo de 200 mm. (salvo en suelo rural que podrán ser de 160 mm.) y la anchura de la zanja será 500 y 700 mm respectivamente. En la capa de tubos inferior se colocarán los cables de MT y en la capa de tubos superior los cables de BT. (no es de aplicación)

En los cruces de calzada y acceso a garajes los cables se instalarán en canalizaciones entubadas hormigonadas. En aquellos tramos que excepcionalmente se realicen bajo cualquier suelo con tráfico rodado, o en los que haya previsión de circulación o trabajo de vehículos agrícolas en suelo rural, se instalarán igualmente en canalización entubada hormigonada.

Adicionalmente, para garantizar la estabilidad de la instalación, no se instalará la red en pendientes pronunciadas superiores a 20 grados (36%). Igualmente, se evitarán canalizaciones por el interior de zonas forestales y boscosas.

Puntos de acceso

Se dispondrán puntos de acceso a lo largo de la canalización con objeto de:

- Ayudar al tendido y a las posibles reparaciones o sustituciones del cable subterráneo en tramos largos.
- Facilitar la ejecución de los empalmes de red, y su reparación en caso de avería.
- Permitir el tendido del cable en caso de grandes cambios de dirección.

El número de puntos de acceso a instalar en la canalización será limitado y estará justificado en el diseño, pudiendo ser calas de tendido o arquetas ocultas. Excepcionalmente, y con el acuerdo previo de e-distribución, se podrán colocar arquetas vistas con tapas practicables.

Los aspectos principales a tener en cuenta en el diseño son los siguientes:

- En tramos rectos el número de puntos de acceso se dispondrá en función de la máxima tensión de tiro indicada por el fabricante del cable, sin perjuicio de lo indicado en la ITC- BT 07.
- En los cambios de dirección se tendrá en cuenta el radio de curvatura mínimo de los cables por lo que no se admitirá que el ángulo que forme el cable en el cambio de dirección sea inferior a 90°.

- A la entrada y salida de los puntos de acceso, los tubos en uso y los de reserva deben quedar sellados.

En ningún caso se dejarán en los puntos de acceso lazos de cables sin que cumplan con el radio de curvatura mínimo de los cables.

Emplazamiento de empalmes

Los empalmes se realizarán en tramos rectos, nunca en cambios de dirección ni en lazos. El tipo de punto de acceso donde se realice el empalme dependerá de la zona por donde discurra la canalización según se indica en el apartado Puntos de acceso. Los empalmes podrán ubicarse en calas, arquetas ocultas o zanjas.

Las dimensiones mínimas de los puntos de acceso donde se ubiquen los empalmes serán aquellas que faciliten su ejecución y que se indican a continuación:

- **Calas:** el largo de la cala deberá tener una dimensión mínima de 1 metro.
- **Arquetas:** la dimensión longitudinal mínima de la arqueta necesaria para la ejecución de empalmes deberá ser, como mínimo, de 1 metro. En caso de resultar insuficiente se optará por la solución en cala.
- **Zanjas abiertas:** esta solución sólo se aplicará en los casos en que por problemas de disponibilidad de espacio no sea posible ejecutar una cala ni instalar una arqueta. En este caso los empalmes se alojarán en la propia zanja de la canalización

Arquetas

Si se instalan arquetas, en caso de ser prefabricadas, tomarán como referencia el documento informativo **NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas**. El montaje de las arquetas de material plástico se realizará tomando como referencia el documento informativo **NMH001 Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliéster, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas**.

Se podrán construir también de ladrillo, sin fondo para favorecer la filtración de agua, siendo sus dimensiones las indicadas en los planos.

Los marcos y las tapas de las arquetas serán preferentemente de fundición cuyo documento de referencia informativo es **NNH002 Marcos y tapas de fundición para canalizaciones subterráneas**.

En las arquetas, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Se sellarán con material expansible e ignífugo, o solución equivalente (tanto los tubos de reserva como los tubos con cables), de forma que el cable quede

situado en la parte superior del tubo. La ubicación de los orificios de entrada a las arquetas será tal que permita un radio de curvatura superior al mínimo exigido para los cables.

Las arquetas se construirán de forma que sean inaccesibles con objeto de reducir el vandalismo y la accidentabilidad, para ello la tapa de la arqueta se ubicará bajo el nivel del suelo quedando cubierta con el mismo acabado superficial del pavimento anexo. En el plano correspondiente se detallan las características constructivas.

Para garantizar la localización de la arqueta se colocará sobre el pavimento un clavo normalizado de identificación que deberá reflejarse también en el correspondiente plano as-built.

Para la instalación objeto del estudio se instalará una arqueta la cual será practicable al tratarse la arqueta de salida del centro de transformación y tener una mayor maniobrabilidad.

Cruzamientos, proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 2.2 de la ITC- BT-07, los indicados en las presentes Especificaciones Particulares y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de BT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

En la tabla 5 se resumen las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.



Tabla 5. Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Calles y carreteras	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,80$ m</p> <p>El cruce será, preferentemente, perpendicular al vial.</p>		Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
Ferrocarriles	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la cara inferior de la traviesa, será:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 1,30$ m</p> <p>El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,50 m por cada extremo.</p>		Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
Otros cables de energía eléctrica	<p>Distancia entre cables:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,25$ m AT $\geq 0,10$ m BT</p> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,25$ m AT $\geq 0,10$ m BT</p> <p>Si los cables son de la misma empresa pueden reducirse.</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSW088-WKGG-0W4-SOSO-8K0017-9KSEEM
 Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

Cables de telecomunicación (cables conductores)	Distancia entre cables: $\geq 0,20$ m	Distancia entre cables: $\geq 0,20$ m	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.
	La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.		

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones de agua	Distancia entre cables y canalización: $\geq 0,20$ m Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	Distancia entre cables y canalización: $\geq 0,20$ m En arterias principales de agua esta distancia será de 1 m como mínimo. Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.



Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSW088-WKGG-0W4-SOSO-8K0017-9KS5EM
 Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



<p>Canalizaciones degas</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,20$ m</p> <p>Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de gas. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p style="text-align: center;">AP $\geq 0,40$ m MP y BP $\geq 0,20$ m</p> <p>En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo.</p> <p>Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p> <p>AP: Alta presión, > 4 bar. MP y BP: Media y baja presión, ≤ 4 bar.</p>	<p>Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.</p>
<p>Conducciones de alcantarillado</p>	<p>Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.</p> <p>No se admitirá incidir en su interior y se podrá incidir en su pared siempre que se asegure que ésta no quede debilitada.</p>		<p>Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.</p>

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Depósitos de carburante	<p>La distancia de los tubos al depósito será:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,20$ m</p> <p>La canalización rebasará al depósito en 1,5 m por cada extremo.</p>		Los cables de BT se dispondrán dentro de tubos o conductos de adecuada resistencia mecánica.
Acometidas o conexiones de servicio a un edificio	<p>Distancia entre servicios:</p> <p style="text-align: center;">$MT \geq 0,30$ m</p> <p>Otros servicios:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,20$ m</p>		<p>Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.</p> <p>La entrada de las conexiones de servicio a los edificios deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta.</p>

Protección

Las LSBT se protegerán mediante dispositivos de protección adecuados (fusibles tipo "gG" de alto poder de ruptura o interruptores automáticos) ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación o en cajas y armarios de distribución, con objeto de garantizar la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de la línea.

En caso de que la sección de la línea varíe, se dotará la correspondiente protección intermedia, o bien se dispondrá el calibre de la protección en origen acorde a la menor sección de todo el recorrido.

Si se instalan fusibles se tomará como referencia el documento informativo **NNL011 Fusibles de baja tensión. Bases y fusibles de cuchillas.**

Puesta a tierra del neutro

El cable neutro, además de la puesta a tierra del centro de transformación (tierra de servicio del CT), se colocará a tierra a lo largo de la LSBT en las cajas de seccionamiento o armarios de distribución al menos cada 200 metros y en todos los finales de línea. En el caso de existir tramos de 200 metros sin cajas de seccionamiento, se colocará el neutro a tierra en la primera caja disponible y al final de línea.

Con objeto de evitar que se transfieran tensiones peligrosas al neutro de la LSBT ante posibles defectos a tierra en MT, no se colocará a tierra el neutro en aquellas cajas de seccionamiento o armarios de distribución ubicadas a una distancia del CT inferior a la calculada con la siguiente expresión.

$$D > \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \approx \frac{\rho \cdot I_E}{6.283}$$

*En Andalucía para una resistencia de 250Ω y considerando la intensidad de defecto máxima la distancia será de 40m.

La conexión a tierra de estos puntos de la red se realizará mediante picas de 2 m de acero-cobre, conectadas con cable de cobre o aluminio con una sección mínima de 50 y 95 mm² respectivamente. Las picas cumplirán la norma UNE 21056 y se tomará como referencia el documento informativo NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.

La unión entre las picas y el cable de tierra podrá realizarse mediante piezas adecuadas de compresión mecánica acordes a la norma UNE-21021 o mediante soldadura aluminotérmica.

LÍNEA AEREA DE BAJA TENSIÓN

Tensión nominal de la de red

La tensión nominal de las nuevas redes de BT será 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, a la frecuencia de 50 Hz.

Corriente de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito máxima prevista en la red de distribución será de 20 kA eficaces.

Criterios generales de diseño de las redes BT

Para conexiones a la red de distribución de BT existente, teniendo en cuenta la previsión de cargas, a la caja general de protección del consumidor final debe llegar una tensión no inferior al 93% ni superior al 107 % de la tensión nominal de la red.

Para líneas nuevas con origen en el centro de transformación (CT), se establece, como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor, que la caída de tensión desde éste hasta cualquier caja general de protección, no sea superior al 5 %.

El sistema de tensión alterna será trifásico con neutro puesto a tierra (sistema TT).

En las redes de BT deberá quedar asegurada la continuidad del neutro en todo momento. Las redes de BT estarán protegidas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Configuración de la red de BT

Para determinar el carácter aéreo o subterráneo de las redes se tendrá en cuenta la clasificación del suelo según el artículo 21 del Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

Dentro del suelo rural, existen áreas para las que los planes de ordenación territorial y urbanística prevén o permiten su paso a la situación de suelo urbanizado, que ya tienen una delimitación de sectores concretos con un plan de urbanización previsto todavía sin ejecutar. Estas áreas son las que se denominan suelo rural sectorizado o delimitado.

La nueva red BT a construir será subterránea tanto en suelo urbanizado como en suelo rural sectorizado. En el resto del suelo rural, la red será aérea.

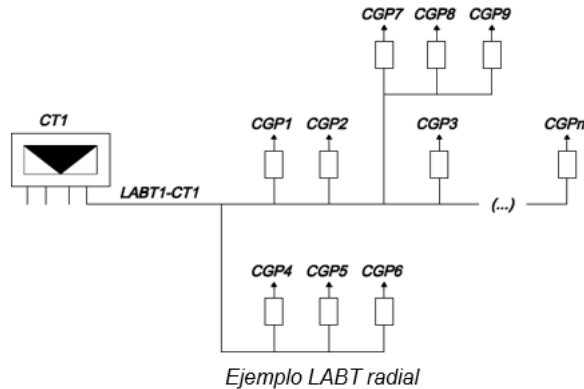
Las pequeñas extensiones de red o acometidas desde red existente tendrán el mismo carácter aéreo o subterráneo de la red a que se conectan, sin perjuicio de otras prescripciones que puede establecer el órgano competente en otorgar la licencia de obras.

Criterios generales de diseño

Red Radial.

Tipología de red para la instalación objeto de proyecto LABT.

La red radial está compuesta por una única línea principal con salida en el cuadro de BT de un CT y líneas secundarias o derivaciones.



Los aspectos que con carácter general deberán tenerse en cuenta en el diseño de las líneas aéreas de BT posadas en fachada o tensadas sobre apoyos, en adelante LABT, serán los siguientes:

- Las LABT se estructurarán a partir del centro de transformación donde se instalarán los dispositivos de protección o en caso de extensiones de red, a partir de LABT o de LSBT existentes.
- Las LABT principales serán de sección uniforme y adecuada a la previsión de carga de la línea. Igualmente, las derivaciones serán de sección uniforme en todo su recorrido.
- Las extensiones de red en zonas consolidadas se ejecutarán con cables de la misma sección que la de la red existente.
- En todas las redes de baja tensión el cable de neutro estará perfectamente identificado.
- La carga máxima de transporte de las LABT se determinará en función de la intensidad máxima admisible del cable.
- Adicionalmente la capacidad de transporte de la línea también se limitará por el calibre de los dispositivos de protección utilizados para asegurar una correcta protección frente a sobrecargas y cortocircuitos.
- Las acometidas serán siempre trifásicas y su sección adecuada a la previsión de potencia del consumidor.
- En el trazado de las LABT se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-BT-06, en las presentes Especificaciones Particulares, así como las que puedan establecer otros organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado que se pueda proyectar.
- Las nuevas LABT deberán proyectarse y ejecutarse previendo la futura instalación, sin modificaciones adicionales, de cable de fibra óptica ADSS con el fin de facilitar el acceso de

operadores de comunicaciones a la red de distribución en cumplimiento de lo exigido en el RD 330/2016.

- Con carácter general, y siempre que la protección aguas arriba sea válida para proteger la línea derivada, las derivaciones de LABT se realizarán mediante conectores en "T". En casos especiales en los que se precise proteger específicamente una derivación, se empleará una caja de derivación con fusibles.

LABT sobre apoyos

Se intentará reducir al máximo el impacto medio ambiental de las líneas sobre el entorno, procurando que su traza discurra por lugares en que pasen lo más desapercibidas posible. Así, en zonas montañosas discurrirán preferentemente por las laderas de modo que desde los lugares habituales de tránsito queden proyectadas sobre horizontes opacos. Se intentará alejar la línea aérea de núcleos urbanos y parajes de valor cultural, histórico-artístico o arqueológico.

A igualdad de condiciones, se proyectará la línea más directa, sin fuertes cambios de dirección y con menos apoyos de ángulo.

El emplazamiento y la ubicación de los apoyos de la LABT se realizarán, en la medida de lo posible, en zonas de fácil acceso para su construcción y mantenimiento.

Elementos de las Línea aérea de baja tensión

En general los apoyos a instalar en las nuevas líneas de BT podrán ser metálicos de celosía, de chapa plegada, de hormigón o de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Atendiendo al tipo de fijación los apoyos se clasifican en la siguiente forma:

- Apoyos de suspensión: apoyos con pinzas de suspensión.
- **Apoyos de amarre: apoyos con pinzas de amarre. Todos los apoyos de nuestra instalación serán apoyos de amarre.**

Por otro lado, en función de la posición relativa del apoyo respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- **Apoyos de alineación: apoyos de suspensión o amarre en tramos rectilíneos de la línea (Ver planos).**
- **Apoyos de ángulo: apoyos de amarre colocados en un ángulo del trazado de la línea (Ver planos).**
- Apoyos de estrellamiento: apoyos de amarre colocados en un punto del trazado con una o más derivaciones. Nuevo apoyo entronque
- **Apoyos de fin de línea: apoyos de amarre, situados en el origen y final de la línea cuya función es la soportar en sentido longitudinal, las sollicitaciones del cable en un solo sentido. Nuevo apoyo fin de línea.**



Atendiendo a su naturaleza constructiva, los apoyos pueden ser de los siguientes tipos:

- Apoyos metálicos de celosía: los apoyos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y se tomará como referencia el documento informativo AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.
- Apoyos de chapa plegada: los apoyos de chapa plegada cumplirán la norma UNE 207018 y se tomará como referencia el documento informativo AND004 Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV.
- **Apoyos de hormigón: los apoyos de hormigón cumplirán la norma UNE 207016 y se tomará como referencia el documento informativo AND002 Postes de hormigón armado vibrado. Ambos apoyos de nuestra instalación seran de hormigón**
- Apoyos de poliéster reforzado con fibra de vidrio, en adelante PRFV: cumplirán la especificación UNE 0059:2017 y se tomará como referencia el documento informativo AND020 Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas aéreas hasta 36 kV.

En los apoyos metálicos de celosía y de chapa plegada el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente. Si en la ubicación donde se prevé ubicar los apoyos los niveles de contaminación y salinidad ambiental lo requieren se aplicará en campo, de acuerdo con e-distribución y siguiendo las recomendaciones de la norma UNE-EN ISO 12944-5, un tratamiento de pintado adicional.

Excepcionalmente, y con el acuerdo previo de e-distribución, se analizará la posibilidad de instalar otro tipo de soportes, tales como posteletes metálicos, en aquellas situaciones en las que se justifique la imposibilidad técnica (espacio insuficiente, permisos, etc...) de instalar alguno de los anteriores, no siendo necesario su uso en la instalación objeto del presente proyecto.

Cable aislado de potencia

El diseño de los cables aislados de potencia será adecuado a la tensión nominal y asignada indicadas en la tabla 1.

Tabla 1. Tensión nominal y asignada de los cables

Un (kV)	U0/U (kV eficaces)	Um (kV eficaces)
0,4	0,6/1,0	1,2

Siendo:

- **Un** Valor eficaz de la tensión nominal eficaz de la red.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Y las tensiones asignadas, la combinación de los valores siguientes:

- **U₀** Valor eficaz de la tensión entre un conductor aislado cualquiera y tierra.
- **U** Valor eficaz de la tensión entre dos conductores aislados cualquiera de una red de cables unipolares.
- **U_m** Valor máximo eficaz de la tensión más elevada de la red para la que el material puede ser utilizado.

Los cables a utilizar en las LABT objeto de la presente especificación tipo serán cables con una cubierta aislante de polietileno reticulado reunidos en haz.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 626.S1 y UNE 21030, y se tomará como referencia el documento informativo BNL001 Conductores de aluminio aislados cableados en haz para líneas aéreas de 0,6/1 kV de tensión nominal.

Los circuitos de las LABT se compondrán de cuatro cables unipolares, tres de fase y uno de neutro, de las características que se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Características cables aéreos

Características	Valores
Nivel de aislamiento (U ₀ /U)	0,6/1 (kV)
Naturaleza del conductor	Aluminio/Alm
Sección de los conductores fiador	4x25 Al (*) 3x50 Al / 54.6 Alm 3x95 Al / 54.6 Alm 3x150 Al / 80 Alm

(*) El cable aéreo de 4x25 sólo se empleará para acometidas.

- **Se proyecta una nueva red 3x50 Al / 54,6 Alm**

Empalmes

Los empalmes se realizarán mediante manguitos adecuados para el tipo de conductor y sección empleado y aptos para la tensión de servicio.

Los manguitos estarán constituidos por una aleación de aluminio y la conexión a los conductores será mediante compresión hexagonal o punzonado profundo.

En general se usarán manguitos preaislados adecuados para la sección de los cables a conectar, y se ajustarán a lo indicado en la norma UNE EN 50483-4 y se tomará como referencia el documento

informativo BNL005 Manguitos preaislados para unión de redes aéreas aisladas trenzadas. El sistema de unión será por compresión hexagonal.

En caso de instalarse manguitos desnudos serán de aleación de aluminio y se ajustarán a lo indicado en las normas UNE 21021 y UNE-EN 61238-1 tomando como referencia el documento informativo NNZ036 Manguitos de aleación de aluminio para unión conductores Al-Al, Al- Cu, Al-Almelec y Almelec-Almelec. Sobre el manguito desnudo se colocará un aislamiento envolvente para reconstruir el aislamiento y la cubierta exterior del cable, sobresaldrá 10 cm. a cada extremo del manguito de empalme y será resistente a las condiciones de intemperie (radiación UV). Una vez ejecutados éstos no presentarán deformación.

Solo se realiza una ejecución de empalmes en la transición aéreo/subterráneo

Piezas de conexión

Las piezas de conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos.

Las piezas de conexión se dividen en terminales y piezas de derivación. Sus características se ajustarán a las normas UNE 21021, UNE-EN 61238-1 y UNE 50483-4.

terminales

La conexión de las LABT a los cuadros de baja tensión, cajas de derivación y cajas generales de protección se realizará mediante terminales de aluminio macizo estañado adecuados al tipo de conductor empleado en cada caso, atendiendo a las características de la instalación, tensión de aislamiento (0,6/1 kV), sección y naturaleza de los cables.

Si se instalan terminales de compresión el documento de referencia informativo será el NNZ014 Terminales rectos de aleación de aluminio para conductores de aluminio y de almelec- instalación interior. Serán de aleación de aluminio y su unión al conductor mediante doble punzonado profundo. La huella del punzonado quedará visible desde la parte frontal de la envolvente y se aislará mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable.

Si se instalan terminales preaislados con apriete mediante tornillo fusible, se considerará como referencia el documento informativo BNL006 Accesorios de conexión aislados para instalaciones subterráneas de BT. Estarán constituidos por una aleación de aluminio previendo su unión al conductor mediante apriete por tornillería fusible y la reconstitución del aislamiento y cubierta exterior del cable (en la zona de la caña) de forma simultánea.

La conexión del terminal a la instalación fija se realizará a presión por tornillería.



Piezas de derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de BT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a sollicitaciones mecánicas.

En general, la conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de compresión y pleno contacto, con caja aislante minibloc rellena de grasa, y apriete controlado mediante tornillería fusible. Como referencia informativa se considerarán las especificaciones técnicas de e-distribución para este material.

Asimismo, serán admisibles para este cometido conectores que utilicen la técnica de presión mediante cuña cubiertos con funda de protección.

Adicionalmente en las acometidas con cable de RZ 0,6/1 kV Al 4x25 mm² de sección, podrán utilizarse conectores de perforación de aislamiento.

Solo se realiza derivaciones para la conexión de las acometidas.

Accesorios de sujeción

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los cables eléctricos a los apoyos y a las fachadas. Se utilizarán herrajes y accesorios que deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión y el envejecimiento, y resistirán los esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos, con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al dispositivo de anclaje donde se instalen.

Elementos de amarre y sujeción de cables

La fijación de las redes tensadas sobre apoyos y en los cruces en redes posadas sobre fachadas se realizará mediante pinzas de amarre de cuñas aislantes deslizantes y pinzas de suspensión, acopladas al cable del neutro portante. La presión se efectuará sobre el aislamiento del cable de forma que no dañe ni disminuya sus características.

No se admitirá ningún sistema que requiera el apriete de roscas.

Las pinzas de amarre y suspensión deben ser conformes a las normas UNE EN 50483-3 o UNE- EN 50483-2, y tomarán como referencia el documento informativo BNL002 Elementos de amarre de conductores aislados cableados en haz para líneas aéreas de Baja Tensión y la especificación técnica informativa 160856 para pinzas de suspensión.



Elementos de fijación de cables a fachadas (no aplica)

La fijación de las redes posadas sobre fachadas se realizará mediante soportes o abrazaderas con tacos.

No se admitirá ningún sistema que requiera el apriete de roscas.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los elementos de amarre destinados a los cables eléctricos tomarán como referencia las indicadas en el documento informativo BNL004 Soportes, tacos y abrazaderas de conductores aislados cableados en haz para líneas eléctricas aéreas de Baja Tensión posadas sobre fachadas.

Cajas de derivación

Se utilizarán cuando, a partir de una red trenzada pasante de baja tensión posada sobre fachada, se deba efectuar una derivación protegida mediante fusibles.

Las características de las cajas de derivación serán las indicadas en el documento informativo BNL003 Cajas para derivación con protección para red trenzada en Baja Tensión posada sobre fachada

No se instalará caja de derivación en nuestra instalación.

Cajas generales de protección y cajas de protección y medida

Las cajas generales de protección y las cajas de protección y medida serán siempre trifásicas (3F+N) y atenderán a lo indicado en el documento NRZ103 Instalaciones de enlace conectadas a la red de distribución. Consumidores en BT.

Acometidas

Las acometidas de las LABT se ejecutarán, con carácter general, mediante conectores adecuados para derivación en "T". Sin perjuicio de lo indicado en el apartado Criterios generales de diseño de las redes de BT, su sección será adecuada a la potencia prevista en la instalación interior.

La conexión de los cables de la acometida a la CGP se realizará siempre con los correspondientes terminales.

Los tramos de la acometida que queden a una altura sobre el suelo inferior a 2,5 m deberán protegerse con tubos rígidos o canales, todos ellos aislantes, cuyas características técnicas se corresponderán con las indicadas en el apartado 1.2.1 de la ITC-BT-11 del REBT

La sección recomendada de los cables de la acometida seguirá lo indicado en la tabla 3:

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



Tabla 3. Sección recomendada acometidas

Sección conductor fase Al (mm ²)	Red III – 400V Potencia máxima demandada (kW)	Red III – 230V Potencia máxima demandada (kW)
25	P≤20kW	P≤20kW
50	20kW < P≤50kW	20kW < P≤30kW
95	50kW < P≤75kW	30kW < P≤50kW
150	75kW < P≤180kW	50kW < P≤100kW

Cualquier otra sección deberá ser justificada por el proyectista/instalador. En caso de discrepancia resolverá el órgano competente de la Administración.

- Las acometidas proyectadas se realizarán en Rz 3x50 Al / 54.6 Alm en su tramo aéreo y Xz1 4x50Al en su tramo subterráneo a la C.G.P.M

Instalación de cables aislados

Cables tensados

Los cables podrán instalarse tensados mediante pinzas adecuadas colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar a estos efectos el aislamiento como elemento resistente. La sujeción de estos cables se realizará siempre sobre el neutro fiador.

La distancia mínima al suelo será acorde lo especificado en el apartado de cruzamientos, proximidades y paralelismos del presente documento.

Cables posados (No aplica)

Los cables podrán colocarse posados sobre fachadas o muros, mediante abrazaderas fijadas a los mismos y resistentes a las acciones de la intemperie.

En espacios vacíos (cables no posados en fachada o muro) los cables tendrán la condición de tensados y se regirán por lo indicado en el apartado anterior.

En general deberá respetarse una altura mínima al suelo de 2,5 m.

En los recorridos por debajo de la altura mínima al suelo (por ejemplo, acometidas) deberán protegerse mediante elementos adecuados, conforme lo indicado en el apartado 1.2.1 de la ITC- BT-11, evitándose que los cables pasen por delante de cualquier abertura existente en la fachadas o muros.

En las proximidades de aberturas en fachadas deben respetarse las siguientes distancias mínimas:

- Ventanas: 0,30 m. al borde superior de la abertura y 0,50 m. al borde inferior y bordes laterales de la abertura.
- Balcones: 0,30 m. al borde superior de la abertura y 1,00 m. a los bordes laterales del balcón.

Se tendrán en cuenta la existencia de salientes o marquesinas que puedan facilitar el posado de los cables, pudiendo admitir, en estos casos, una disminución de las distancias antes indicadas.

En aquellos lugares en que puedan sufrir deterioro mecánico de cualquier índole los cables se protegerán adecuadamente.

Protecciones

Las LSBT se protegerán mediante dispositivos de protección adecuados (fusibles tipo "gG" de alto poder de ruptura o interruptores automáticos) ubicados en cuadro de baja tensión del centro de transformación. Con ello queda garantizada la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de la línea.

En caso de que la sección de la línea varíe, se dotará la correspondiente protección intermedia, o bien se dispondrá el calibre de la protección en origen acorde a la menor sección de todo el recorrido.

En caso de instalarse fusibles se tomará como referencia el documento informativo>NNL011 Fusibles de baja tensión. Bases y fusibles de cuchillas.

La nueva red estará protegida con los fusibles instalados en cabecera en el cuadro de BT.

Cimentaciones

La cimentación de los apoyos será de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberá cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

Con carácter general el bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dicha cimentación se terminará con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, con el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Las dimensiones mínimas de cimentaciones de los apoyos más habituales se detallan en el plano correspondiente.

Excepcionalmente, los apoyos de poliéster reforzado con fibra vidrio, de esfuerzo nominal hasta 250 daN, podrán instalarse directamente empotrados en el terreno siempre que su consistencia lo permita



Puesta a tierra

Puesta a tierra de las masas metálicas

Se conectarán a tierra todas las masas metálicas de las LABT que normalmente sean accesibles.

En concreto, en caso de emplearse apoyos metálicos de celosía o de chapa plegada, éstos estarán provistos de una instalación de puesta a tierra, según los requisitos de la ITC-BT 18 del REBT. Esta puesta a tierra deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico derivado de la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas accidentalmente en tensión.

La conexión a tierra de los apoyos se realizará mediante cables de cobre o aluminio, con una sección mínima de 50 y 95 mm² respectivamente, unidos a picas de 2 metros de acero-cobre, hincadas verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 metros. Las picas cumplirán la norma UNE 21056 y se tomará como referencia el documento informativo NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.

La unión entre las picas y en cable de tierra podrá realizarse mediante piezas adecuadas de compresión mecánica acordes a la norma UNE-21021 o mediante soldadura aluminotérmica.

La parte del cable que atraviese la cimentación del apoyo se protegerá mediante un tubo aislante (colocado previamente al hormigonado). El extremo superior del tubo sobresaldrá de la cimentación un mínimo de 15 cm. y quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra. Los tubos cumplirán con los requisitos de las normas UNE-EN 61386-21, UNE- EN 61386-22 o UNE-EN 61386-23.

Puesta a tierra del neutro

El cable neutro, además de la puesta a tierra del centro de transformación (tierra de servicio del CT) se colocará a tierra a lo largo de la LABT al menos cada 200 metros, preferentemente donde se realicen derivaciones importantes, y en los apoyos fin de línea.

La conexión a tierra de estos puntos de la red se realizará mediante picas de 2 m de acero-cobre, conectadas con cable aislado de cobre o aluminio con una sección mínima de 50 y 95 mm² respectivamente. Se protegerá con tubo aislante, rígido o curvable, y resistencia al impacto muy fuerte, que cumplirá con los requisitos de las normas UNE-EN 61386-21 (tubo rígido) y 61386- 22 (tubo curvable).

Las picas cumplirán la norma UNE 21056 y se tomará como referencia el documento informativo NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.

La unión entre las picas y en cable de tierra podrá realizarse mediante piezas adecuadas de compresión mecánica acordes a la norma UNE-21021 o mediante soldadura aluminotérmica.

Los detalles constructivos de la puesta a tierra del neutro se detallan en el correspondiente plano.

Cruzamientos, proximidades y paralelismos

Los cables aéreos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 3.9 de la ITC-BT-06, los incluidos en las presentes Especificaciones Particulares, y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables aéreos de BT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

En la tabla 4 se resumen las distancias para cruces, paralelismos y proximidades de LABT

Tabla 4. Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades

Instalaciones u obstáculos	Distancias	
	Cruzamientos	Paralelismos
Calles, carreteras y ferrocarriles sin electrificar	<p>Altura mínima al terreno del cable más bajo en condiciones de flecha máxima en vías donde se prevea tráfico rodado:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 6 \text{ m}$</div> <p>En los demás casos:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 5 \text{ m}$</div>	<p>Altura mínima al terreno del cable más bajo en condiciones de flecha máxima en vías donde se prevea tráfico rodado:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 5 \text{ m}$</div>
Ferrocarriles electrificados	<p>Altura mínima a los cables o hilos sustentadores de la catenaria del cable más bajo en condiciones de flecha máxima:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 2 \text{ m}$</div>	<p>La distancia horizontal de los cables a la instalación de la línea de contacto será:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 1,5 \text{ m}$</div>



Instalaciones u obstáculos	Distancias	
	Cruzamientos	Paralelismos
Líneas de energía eléctrica de Alta Tensión	<p>La LABT deberá cruzar por debajo de la LAAT.</p> <p>A) Entre cables y apoyos:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>si LAAT $U \leq 45$ kV $d \geq 2$ m si LAAT $45 < U \leq 66$ kV $d \geq 3$ m si LAAT $66 < U \leq 132$ kV $d \geq 4$ m si LAAT $132 < U \leq 220$ kV $d \geq 5$ m si LAAT $220 < U \leq 400$ kV $d \geq 7$ m</p> </div> <p>B) Entre conductores de ambas líneas:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $D > 1.5 + \frac{U + L_1 + L_2}{100}$ <p>U (kV): Tensión nominal LAAT</p> <p>L_1(m): Distancia entre punto de cruce y apoyo más próximo de la LAAT</p> <p>L_2(m): Distancia entre punto de cruce y apoyo más próximo de la LABT</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $D \geq 1.5 \times H$ </div> <p>Siendo H: Altura apoyo más alto</p> <p>Con la excepción de líneas de acceso a centrales, estaciones transformadoras y centros de transformación; En estos casos se aplicará lo prescrito en los reglamentos aplicables a instalaciones de alta tensión.</p> <p>Con líneas $U \leq 66$ kV:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $D \geq 2$ m </div> <p>-Entre cables contiguos:</p> <p>Con líneas $66 \text{ kV} < U$:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $D \geq 3$ m </div>
Otras líneas de energía eléctrica de Baja Tensión	<p>Siendo aisladas, pueden estar en contacto.</p> <p>Si alguna de las líneas es de conductores desnudos:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $D \geq 0,50$ m </div>	<p>Si ambas líneas son aisladas:</p> <p>Si alguna de las líneas de cables desnudos:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $D \geq 0,10$ m </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $D \geq 1$ m </div>



Cables de telecomunicación	Si ambas líneas son aisladas:	$D \geq 0,10 \text{ m}$
	Si alguna de las líneas de conductores desnudos:	$D \geq 1 \text{ m}$

Instalaciones u obstáculos	Distancias	
	Cruzamientos	Paralelismos
Canalizaciones de agua	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <div style="text-align: center;">$D \geq 0,20 \text{ m}$</div> <p>Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <div style="text-align: center;">$D \geq 0,20 \text{ m}$</div> <p>La distancia mínima entre empalmes o conexiones eléctricas y juntas de agua será de 1 m.</p>

<p>Canalizaciones de gas</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 0,20 \text{ m}$</div> <p>Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de gas. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>La distancia mínima entre empalmes o conexiones eléctricas y juntas de gas será de 1 m.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$AP \geq 0,40 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,20 \text{ m}$</div> <p>AP: Alta presión, > 4 bar. MP y BP: Media y baja presión, ≤ 4 bar.</p>
<p>Ríos y canales navegables o flotables</p>	<p>Cables sobre superficie del agua con gálibo (G):</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq G + 1 \text{ m}$</div> <p>Sin gálibo:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 6 \text{ m}$</div>	

Instalaciones u obstáculos	Distancias	
	Cruzamientos	Paralelismos
<p>Teleféricos y cables transportables</p>	<p>Si LABT cruza por encima:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 2 \text{ m}$</div> <p>Si LABT cruza por debajo:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$D \geq 3 \text{ m}$</div>	



<p>Fachadas</p>		<p>Los cables trenzados RZ directamente sobre fachadas deben distanciarse de:</p> <p>-Ventanas:</p> <p>. al borde superior de la abertura</p> <p style="text-align: center;">$D \geq 0,3 \text{ m}$</p> <p>. al borde inferior y bordes laterales de la abertura</p> <p style="text-align: center;">$D \geq 0,5 \text{ m}$</p> <p>-Balcones:</p> <p>. al borde superior:</p> <p style="text-align: center;">$D \geq 0,3 \text{ m}$</p> <p>. a los bordes laterales:</p> <p style="text-align: center;">$D \geq 1 \text{ m}$</p> <p>Los cables trenzados RZ respetarán, respecto a los elementos metálicos de las fachadas, la distancia que se indica a no ser que dispongan de protección mecánica:</p> <p>En general se situarán a una altura del</p> <p style="text-align: center;">$D \geq 0,05 \text{ m}$</p> <p>suelo:</p> <p style="text-align: center;">$D \geq 2,5 \text{ m}$</p>
-----------------	--	--

Conversiones de línea subterránea a aérea

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido mediante un tubo de resistencia al impacto muy fuerte o una canal con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102. Para ello, y con carácter general, los cables se instalarán en el interior de un tubo aislante rígido, según la norma UNE-EN 61386- 21, sobre el que se colocará un tubo de acero galvanizado. Excepcionalmente, y con el acuerdo previo de e-distribución, los cables se podrán colocar en el interior de una canal de protección acorde a la norma UNE-EN 50085, que adicionalmente se protegerá mediante una bandeja o perfil (Ω , U...) de acero galvanizado.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



El tubo o canal se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se colocará preferentemente empotrado en el terreno (5-10 cm); en caso no ser posible realizar el empotramiento se colocará a ras de suelo quedando el cable totalmente protegido. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. En el caso de tubo su diámetro interior será como mínimo 1'5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de tres veces su profundidad.

Los detalles constructivos de la conversión se detallan en el correspondiente plano para las conversiones proyectadas en el proyecto.

Documentos de que consta el proyecto.-

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA.

- ANEXO 1.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS RED AEREA M.T.
- ANEXO 2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- ANEXO 3.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS RED SUBTERRANEA B.T.
- ANEXO 4.- LIMITACIÓN CAMPOS MAGNETICOS.
- ANEXO 5.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS.

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

DOCUMENTO Nº 4.- ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

DOCUMENTO Nº 5.- PRESUPUESTO.

Pruebas a realizar antes de la puesta en marcha de la instalación.

Según lo establecido en la **ITC-BT-05**, apart. 3. verificaciones previas a la puesta en servicio, se deberá verificar en presencia de la dirección facultativa los siguientes ensayos:

- **Prueba de aislamiento de conductores de alta tensión:** Se deberán efectuar dos pruebas de aislamiento en cada uno de los conductores, la primera prueba se realizará entre los conductores de fase y pantallas y la segunda prueba se realizara entre las pantallas y tierra, los valores obtenidos no deberán ser inferior a lo establecido en el manual de diagnóstico de cables GT mantenimientos en la Distribución UNESA (enero 1.998), y en el procedimiento de ensayos para cables unipolares nuevos de MT de ENDESA.
- **Prueba de aislamiento de conductores de baja tensión:** Se deberá efectuar la prueba de aislamiento entre los conductores de fase y neutro con respecto a tierra, los valores obtenidos no deberán ser inferiores

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



a 500.000 ohmios a tensión de ensayo de 500 V. En C.C., en caso contrario se deberá sustituir el o los conductores defectuosos.

- **Medida de puesta a tierra:** Se medirán las resistencias de puesta a tierra de herrajes y neutro, debiendo ser inferior a la establecida en proyecto.

Presupuesto. -

Según se adjunta detalladamente en el Documento nº 5, asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de **TREINTA MIL DOSCIENTOS SIETE EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (30.207,64 €)**.

Conclusión. -

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

Almería, junio de 2025
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

[Redacted signature area]



ANEXO I: CALCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA M.T. Y PUESTA A TIERRA APOYOS

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS RED AEREA M.T.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEAS M.T. MEDIANTE SOFTWARE DE CALCULO

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

- $I = S \times 1000 / 1,732 \times U =$ Amperios (A)
- $e = 1.732 \times I [(L \times \text{Cos} \phi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen} \phi / 1000 \times n)] =$ 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 ϕ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.
- X_u = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.
- n = N° de conductores por fase.

Fórmula Conductividad Eléctrica

- $K = 1/\rho$
- $= \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$
- $T = T_0 + [(T_{\text{max}} - T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$

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 bimetalicos, $\rho_{20} = \text{Stotal}/\Sigma(s/\rho)$, siendo ρ y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)
 - Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m
 - Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m
 - AlMgSi = 0.03250 ohmiosxmm²/m
 - Ac (Acero) = 0.192 ohmiosxmm²/m
 - Ac-Al (Acero recubierto Al) = 0.0848 ohmiosxmm²/m
- = Coeficiente de temperatura:
 - Cu = 0.003929
 - Al y demás conductores = 0.004032
- ❖ T = Temperatura del conductor (°C).
- ❖ T_0 = Temperatura ambiente (°C):
 - Cables enterrados = 25°C
 - Cables al aire = 40°C
- ❖ T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
 - XLPE, EPR = 90°C
 - HEPR = 90°C (105°C, $U_0/U \leq 18/30$ kv)
 - PVC = 70°C
 - Conductores Recubiertos = 90°C
 - Conductores Desnudos = 85°C
- ❖ I = Intensidad prevista por el conductor (A).

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

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

Fórmulas Cortocircuito

* $I_{pccM} = S_{cc} \times 1000 / 1.732 \times U$

Siendo:

- I_{pccM} : Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.
- S_{cc} : Potencia de c.c. en MVA.
- U: Tensión nominal en kV.

• $I_{cccs} = Kc \times S / (tcc)^{1/2}$

Siendo:

- I_{cccs} : Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".
- S: Sección de un conductor en mm².
- tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.
- Kc: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

Red Alta Tensión 1

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): 20000
- C.d.t. máx.(%): 5
- Cos φ : 0,8
- Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección <= 300 mm². KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección > 300 mm². KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, U_o/U > 18/30. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, U_o/U <= 18/30. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

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

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
TRAMO AER A	A924599	INT SF6 AER	15	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	2,89	3x54,6		199/1
TRAMO AER B	INT SF6 AER	APOYO CTBP	117	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	2,89	3x54,6		199/1
PUENTE MT	APOYO CTBP	NUEVO CD	15	Al/0,15	En.B.Tu.	RH5Z1 12/20 H16	Unip.	2,89	3x95	200	190/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
A924599	0	20.000	0	2,887 A(100 kVA)
INT SF6 AER	0,053	19.999,947	0	0 A(0 kVA)
APOYO CTBP	0,468	19.999,531	0,002	0 A(0 kVA)
NUEVO CD	0,493	19.999,508	0,002*	-2,887 A(-100 KVA)

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

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.3R ² (kW)
TRAMO AER A	A924599	INT SF6 AER	0
TRAMO AER B	INT SF6 AER	APOYO CTBP	0,002
PUENTE MT	APOYO CTBP	NUEVO CD	0

Pérdida Potencia Activa Total = 0,002 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3R²(kW):

A924599-INT SF6 AER-APOYO CTBP-NUEVO CD = 0,002 kW

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

A924599-INT SF6 AER-APOYO CTBP-NUEVO CD = 0 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

Sc_c = 300 MVA.

U = 20 kV.

t_{cc} = 0,5 s.

I_{pccM} = 8.660,25 A.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm ²)	I _{cccs} (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
TRAMO AER A	A924599	INT SF6 AER	3x54,6	10.424,17		
TRAMO AER B	INT SF6 AER	APOYO CTBP	3x54,6	10.424,17		
PUENTE MT	APOYO CTBP	NUEVO CD	3x95	12.628,93		

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

I_{pcc} en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 16 mm².

I_{cc} admisible en pantalla = 3.130 A.

	Sección (mm ²)	Alambres Aluminio	Alambres Acero	I _{máx} (A)
47AL1/8-ST1A (antes LA-56)	54,6	6	1	199
94-AL1/22-ST1A (antes LA-110)	116,2	30	7	318
147-AL1/34-ST1A (antes LA-180)	181,6	30	7	431

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



CÁLCULOS MECANICOS LÍNEAS M.T.

Para el cálculo mecánico y el dimensionamiento de los distintos elementos que componen la línea eléctrica objeto del presente proyecto, en cualquier caso se tendrá en cuenta, además de las solicitaciones debidas a los conductores eléctricos, la instalación de un cable de fibra óptica ADSS de, al menos 48 fibras, aunque este último no se procederá a instalar.

Cálculos mecánicos de los conductores desnudos

Los criterios de cálculo mecánico de conductores desnudos (en adelante conductores) se establecen en base a lo especificado en el apartado 3 de la ITC-LAT 07.

Las tensiones mecánicas y las flechas con que debe tenderse el conductor dependen de la longitud del vano y de la temperatura del conductor en el momento del tendido, de forma que al variar ésta, la tensión del conductor en las condiciones más desfavorables no sobrepase los límites establecidos. En el cálculo mecánico de los conductores se aplicarán los criterios de diseño indicados en el apartado 0 y siguientes.

Cargas permanentes

Serán las originadas por las cargas verticales gravitatorias de los conductores, aisladores, cable ADSS y herrajes.

A efectos de cálculo, también se considerarán cargas permanentes, aquellas que se mantienen indistintamente de la hipótesis del reglamento que se contemple, como por ejemplo los desequilibrios permanentes.

Los pesos de los conductores y herrajes de las líneas objeto del presente documento son los indicados en las Normas GSC003 para los conductores, AND009 para los pesos de los cables de fibra óptica ADSS y de los herrajes objeto del presente documento son los indicados en las Normas NNJ002 para los cables y NNJ004 para los herrajes.

Carga de viento

Se considerará un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, supuesto de componente horizontal y actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide. En caso de que se prevea un viento excepcional y superior a 120 km/h, su valor V_v será fijado por el proyectista en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea

La presión del viento sobre el conductor se calcula para la velocidad especificada V_v de la forma siguiente, según apartado 3.1.2.1. de la ITC-LAT 07:



$$q = 60 \cdot \left(\frac{v_v}{120} \right)^2 daN / m^2 \text{ para conductores de } d \leq 16 \text{ mm}$$

$$q = 50 \cdot \left(\frac{v_v}{120} \right)^2 daN / m^2 \text{ para conductores de } d > 16 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la acción total del viento sobre el conductor se obtiene de la siguiente expresión:

$$P_v = q \cdot d \left(\frac{daN}{m} \right)$$

Siendo:

d = diámetro del conductor en m.

q = presión del viento.

Resultando una presión de viento de:

Tabla 2. Presión de viento por metro lineal sobre los conductores

Denominación conductor	Denominación antigua	Diámetro conductor (mm)	q _v para viento de 120 km/h (daN/m)	q _v para viento de 160 km/h (daN/m)	q _v para viento de 180 km/h (daN/m)
47AL1/8-ST1A	LA 56	9,45	0,567	1,008	1,276
94-AL1/22-ST1A	LA 110	14	0,840	1,493	1,890
147-AL1/34-ST1A	LA 180	17,5	0,875	1,566	1,969
47-AL1/8-20SA	LARL 56	9,45	0,567	1,008	1,276
67-AL1//11-20SA	LARL 78	11,3	0,678	1,205	1,526
107-AL1/18-A20SA	LARL 125E	14,31	0,859	1,526	1,932
119-AL1/28-A20SA	LARL 145 E	15,75	0,945	1,680	2,126
147-AL1/34-A20SA	LARL 180	17,5	0,875	1,566	1,969
148-AL3	D-145	15,8	0,948	1,685	2,133

Carga de hielo

Las sobrecargas de hielo a considerar para el cálculo de conductores en función de la zona en que se proyecten serán las siguientes:

- **Zona A: Altitud inferior a 500 m**

Zona perteneciente a nuestro proyecto, donde no se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo. Siendo Zona A la seleccionado para el cálculo.

- **Zona B: Altitud comprendida entre 500 y 1000 m**

Se considerarán sometidos los conductores y los cables de fibra óptica ADSS a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor, $qV = 0,18 \cdot \sqrt{d}$ daN/m, siendo "d" el diámetro del conductor en milímetros.

- **Zona C: Altitud superior a 1000 m**

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



Se considerarán sometidos los conductores y los cables de fibra óptica ADSS a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor, $qV = 0,36 \cdot \sqrt{d}$ daN/m, siendo "d" el diámetro del conductor o el del cable de fibra óptica ADSS en milímetros. Para altitudes superiores a 1500 metros, el proyectista deberá establecer las sobrecargas de hielo mediante estudios pertinentes, no pudiéndose considerar sobrecarga de hielo inferior a la indicada anteriormente.

Para acciones climatológicas no contempladas en el reglamento y de origen diferente a las definidas en el mismo, se adoptarán las medidas necesarias mediante los cálculos justificativos adecuados.

Hipótesis de tracciones máximas

Las hipótesis de sobrecarga que deberán considerarse para el cálculo de la tensión máxima en los conductores serán las definidas en el apartado 3.2.1 ITC-LAT 07 del R.L.A.T, según la zona por la que discorra la línea, considerando una velocidad el viento de 120 km/h. Las sobrecargas que les son aplicables son las siguientes:

Tabla 4. Resumen hipótesis de tracciones máximas (tabla 4 ITC-LAT 07)

ZONA A, Altitud inferior a 500 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento	Sobre carga de hielo
Tracción máxima de viento	-5	Según apartado 0 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
ZONA B, Altitud comprendida entre 500 y 1000 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento	Sobre carga de hielo
Tracción máxima de viento	-10	Según apartado 0 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No se aplica	Según apartado 0 y 3.1.3 ITC-LAT 07
ZONA C, Altitud superior a 1000 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento	Sobre carga de hielo
Tracción máxima de viento	-15	Según apartado 0 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-20	No se aplica	Según apartado 0 y 3.1.3 ITC-LAT 07

En caso de que se prevea la aparición en la zona de un viento excepcional, se considerarán los conductores, a la temperatura de -5°C en zona A, -10°C en zona B y -15 °C en zona C, sometidos a su propio peso y a una sobrecarga de viento correspondiente a una velocidad superior a 120 km/h. El valor de la velocidad de viento excepcional será fijado por el proyectista, en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea.

En altitudes superiores a 1.500 m se realizarán estudios específicos para determinar la sobrecarga motivada por el hielo, no pudiendo ser nunca inferior a la indicada para la zona C

La tracción máxima de los conductores y los cables de fibra óptica ADSS no resultará superior a su carga de rotura mínima, dividida por 3, considerándoles sometidos a la hipótesis de sobrecarga de la Tabla en función de que la zona sea A, B o C. Las tensiones máximas son las siguientes:

Tabla 5. Tensiones máximas aplicables a los conductores

Denominación conductor	Denominación antigua	Carga de rotura (daN)	Máxima tracción admisible (daN)	Coefficiente de seguridad
47AL1/8-ST1A	LA 56	1.629	543	3,00
94-AL1/22-ST1A	LA 110	4.317	1.439	3,00
147-AL1/34-ST1A	LA 180	6.494	2.164	3,00
47-AL1/8-20SA	LARL 56	1.707	569	3,00
67-AL1//11-20SA	LARL 78	2.312	770	3,00
107-AL1/18-A20SA	LARL 125E	3.502	1.167	3,00
119-AL1/28-A20SA	LARL 145 E	5.669	1.889	3,00
147-AL1/34-A20SA	LARL 180	6.700	2.233	3,00
148-AL3	D-145	4.368	1.456	3,00

Hipótesis de flechas máximas

De acuerdo con el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, se determinará la flecha máxima de los conductores en las siguientes hipótesis:

- Hipótesis de viento:** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2. ITC-LAT 07 a la temperatura de +15°C, con una velocidad de 120 km/h.
- Hipótesis de temperatura:** Sometidos a la acción de su peso propio a la temperatura de +50°C.
- Hipótesis de hielo:** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de hielo según zona, según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07, a la temperatura de 0°C.

Sobre carga de hielo según zona:

- **No se considera para zona A.**
- $018 \cdot \sqrt{d}$ daN/m para zona B.
- $036 \cdot \sqrt{d}$ daN/m para zona C.

Siendo "d" el diámetro del cable en milímetros.

En altitudes superiores a 1.500 m se realizarán estudios específicos para determinar la sobrecarga motivada por el hielo, no pudiendo ser nunca inferior a la indicada para la zona C.



Determinación de la tracción en los conductores

Para el cálculo de las flechas y tensiones de los conductores y los cables de fibra óptica ADSS, a partir de unas condiciones iniciales preestablecidas, se utiliza la ecuación de cambio de condiciones en su forma exacta:

$$\frac{2 \cdot T_2}{p_2} \cdot \operatorname{senh} \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} = \frac{2 \cdot T_1}{p_1} \cdot \operatorname{senh} \frac{a \cdot p_1}{2 \cdot T_1} \left[1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_1 - T_2}{E \cdot S} \right]$$

Dónde:

E = Módulo de elasticidad en daN/mm².

α = Coeficiente de dilatación lineal en °C⁻¹.

S = Sección del conductor en mm².

a = Vano en m.

T₁, T₂ = Tenses en daN en los estados inicial y final.

p₁, p₂ = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

θ₁, θ₂ = Temperaturas del conductor en los estados inicial y final en °C.

Para condiciones de viento o de hielo será necesario tener en cuenta, para la resolución de la ecuación de cambio de condiciones, la velocidad del viento V y el coeficiente C para el cálculo del peso del manguito de hielo en función de la zona y el diámetro del conductor.

Determinación de las flechas

Conocido el valor de T₂, se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{T_2}{p_2} \cdot \left(\cosh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} - 1 \right)$$

f = Máxima flecha del conductor.

a = Vano en m.

T₂ = Tenses en daN en los estados inicial y final.

p₂ = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

El vano de cálculo de regulación se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre y vendrá dado por la expresión:

$$VANO_{regulación} = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

Para los diferentes vanos comprendidos entre los apoyos de amarre, las flechas de regulación se determinarán a partir de la expresión:

$$FLECHA_{vano_a_regular} = FLECHA_{vano_regulación} \left(\frac{VANO_{a_regular}}{VANO_{regulación}} \right)^2$$

Fenómenos vibratorios

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



El valor denominado EDS, "every day stress", representa la carga media de todos los días, situación en la que a lo largo del año están los cables un mayor periodo de tiempo, y que se mide como porcentaje respecto a la carga de rotura:

$$EDS = \frac{\text{Tracción del cable a } 15^{\circ}\text{C de temperatura y calma}}{\text{Carga de rotura del cable}} = \%$$

Cuando el EDS es inferior al 15 %, no se producen fenómenos vibratorios que dañen el conductor, por lo tanto el diseño de las líneas será tal que la tracción a la temperatura de 15°C no supere el 15% de la carga de rotura.

En el diseño se tendrá también en cuenta que el CHS o tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%.

Cálculo de apoyos línea aérea Media Tensión

El dimensionado mecánico de los apoyos se realizará teniendo en cuenta:

- El coeficiente de seguridad para la tracción máxima admisible de los conductores será como mínimo de 3, considerando las diferentes hipótesis de sobrecargas establecidas en la tabla 4 de la ITC-LAT 07,
- Aparte del peso propio de los conductores, se contemplarán las hipótesis de sobrecarga que establece la ITC-LAT 07, Apdo. 3.1,
- En cumplimiento de la ITC-LAT 07, Apdo. 3.1.2 se considerará un viento mínimo de 120 km/h sobre los elementos de la línea.
- Para el cálculo de la distancia mínima entre los conductores se considerará un coeficiente de oscilación k, que figura en la Tabla 16, Apdo. 5.4 de la ITC-LAT 07, correspondiente a una $U_n \leq 30$ kV,
- Los cálculos se realizarán para las sobrecargas según zona (A, B, C),
- Las hipótesis de cálculo, según la ITC-LAT 07, Apdo. 3.5.3, serán las siguientes:
 - 1ª hipótesis: viento.
 - 2ª hipótesis: hielo.
 - 3ª hipótesis: desequilibrio tracciones.
 - 4ª hipótesis: rotura de conductores.


- En caso de cruces o paralelismos, según el apartado 5.3 ITC-LAT 07, el coeficiente de seguridad apoyos, crucetas y cimentaciones deberá ser un 25% superior a lo establecido en el caso de hipótesis normales 1H, 2H y 3H (3H solamente en caso de prescindir de la 4H).

Para el dimensionado de todos los apoyos, se aplicarán las expresiones descritas a continuación, para cada una de las situaciones de cada apoyo.

Tabla 5. Tabla de cálculo apoyos según hipótesis reglamentarias

Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de Conductores)
Suspensión en alineación	Vq	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_h}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\% des.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\% des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1)$	$(\% rot.) \cdot T_v$ (A) $(\% rot.) \cdot T_h$ (B y C)
% des. = Coeficiente disequilibrio; 8% para $U_n \leq 66$ kV % rot. = Coeficiente rotura en % de la tensión del cable roto; 50% para $n = 1$ o 2 , 75% para $n = 3$ y 100% para $n = 4$.					
Amarre en alineación	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\% des.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\% des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1)$	T_v (A) T_h (B y C)
% des. = Coeficiente disequilibrio; 15% para $U_n \leq 66$ kV					



Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de Conductores)
Suspensión en ángulo	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_h}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng.hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$(2 \cdot n - 1) \cdot \%rot \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot \%rot \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$\%rot \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $\%rot \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
<p>$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, $R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, $R_{áng.hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$</p> <p>% des. = Coeficiente desequilibrio; 8% para $U_n \leq 66$ kV % rot. = Coeficiente rotura en % de la tensión del cable roto; 50% para $n = 1$ o 2, 75% para $n = 3$ y 100% para $n = 4$.</p>					
Amarre en ángulo	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng.hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$(2 \cdot n - 1) \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
<p>$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, $R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, $R_{áng.hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$</p> <p>% des. = Coeficiente desequilibrio; 15% para $U_n \leq 66$ kV.</p>					
Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U		Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda			
					



Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de Conductores)
Anclaje en alineación	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\% des.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\% des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1)$	$n \cdot (\% rot.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\% rot.) \cdot T_h$ (B y C)
<p>% des. = Coeficiente desequilibrio para apoyos de anclaje; 50%. % rot. = Coeficiente rotura para apoyos de anclaje en % de la rotura total del haz; 100% para $n = 1$, 50% para $n \geq 2$.</p>					
Anclaje en ángulo	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng.hielo}$	$n \cdot (2 - \% des.) \cdot T_v \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (A) $n \cdot (2 - \% des.) \cdot T_h \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (B y C)	$n \cdot \% rot. \cdot T_v \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (A) $n \cdot \% rot. \cdot T_h \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (B y C)
	$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right), \quad R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right), \quad R_{áng.hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$				
L	0	0	$n \cdot (\% des.) \cdot T_v \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (A) $n \cdot (\% des.) \cdot T_h \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (B y C)	$\% rot. \cdot T_v \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (A) $\% rot. \cdot T_h \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (B y C)	

		% des. = Coeficiente desequilibrio para apoyos de anclaje; 50%. % rot. = Coeficiente rotura para apoyos de anclaje en % de la rotura total del haz; 100% para n = 1, 50% para n ≥ 2.			
Fin de Línea	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	No se aplica	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (B y C)
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$ $P_{cond.} = n \cdot p \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1}{2}$	0	No se aplica	0
L	$n \cdot T_v$	$n \cdot T_h$	No se aplica	$n \cdot T_v$ (A) $n \cdot T_h$ (B y C)	

V = esfuerzo vertical

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal

P_{cond} =	Peso de los conductores	daN
P_{cad} =	Peso de las cadenas de aisladores	daN
P_{her} =	Peso de los herrajes	daN
p =	Peso propio de un metro de conductor	daN/m
h =	Sobrecarga de hielo (según zona) por cada metro de conductor	daN/m
q =	Presión del viento sobre un metro de conductor a la velocidad reglamentaria	daN/m
p_{ap} =	Peso aparente, resultante del peso propio del conductor más la sobrecarga según hipótesis y zona por metro de conductor	daN/m
a_1 =	Vano anterior	m
a_2 =	Vano posterior	daN · m
d_1 =	Desnivel vano anterior	m
d_2 =	Desnivel vano posterior	m
n =	Nº de conductores	
d =	Diámetro del conductor	m
α =	Ángulo de desviación de la línea	Grados
T_v =	Tensión horizontal máxima en un conductor a la temperatura según zona con viento reglamentario	daN
T_h =	Tensión horizontal máxima en un conductor con sobrecarga de hielo i temperatura según zona	daN
FT =	Esfuerzo transversal de un conductor debido al viento	daN
Ran =	Esfuerzo resultante en ángulo de un conductor	m

En las líneas de tensión nominal objeto del presente proyecto tipo, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis, cuando en la línea se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:

- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Para todas las hipótesis, también se considerará como carga permanente, el desequilibrio que pueda existir en un apoyo de anclaje, cuando los tenses de un lado y otro del apoyo no tengan la misma magnitud. Este tipo de acción no debe confundirse con la hipótesis de desequilibrio (3ª hipótesis el reglamento) que viene especificada en la ITC-LAT 07, hipótesis que se tiene en cuenta por posibles desequilibrios en operaciones de montaje, pero que una vez finalizadas dejan de existir.

Además, en el cálculo de los apoyos metálicos de celosía se tendrá en cuenta la ecuación resistente de acuerdo con lo indicado en el apartado 5.1 de la Norma UNE 207017, al objeto de obtener el máximo aprovechamiento mecánico de los apoyos en función de las características de las solicitaciones.

De este modo las cargas verticales no serán limitativas de la carga máxima centrada que puedan soportar los apoyos. Su valor puede ser superior así las cargas horizontales, L o T, son menores a las indicadas en la tabla 8.

En general, los apoyos metálicos de celosía deben verificar la siguiente expresión:

$$V + K * H \leq V + K * H$$

Siendo:

V1 = Carga vertical centrada a la que se somete el apoyo.

K = Constante para cada apoyo. Coeficiente de repercusión de las cargas

Horizontales frente a las verticales. Normalmente este valor adopta el valor de K=5.

H1 = Carga horizontal a la que se somete el apoyo.

V = Carga vertical centrada de trabajo más sobrecarga (tabla 8)

H = Carga horizontal de trabajo más sobrecarga (tabla 8). $H \geq H1$.



Tabla 8. Ecuación resistente para K=5

Carga nominal daN	Cargas especificadas		Ecuación resistente V+K·H	Valor máximo de H
	Carga de trabajo más sobrecarga daN			
	V	H		
500	600	500	3.100	500
1.000	600	1.000	5.600	1.000
2.000	600	2.000	10.600	2.000
3.000	800	3.000	15.800	3.000
4.500	800	4.000	23.300	4.500
7.000	1.200	7.000	36.200	7.000
9.000	1.200	9.000	46.200	9.000

En ningún caso, la carga vertical centrada V1, será mayor que 3 veces la carga vertical nominal, V ($V1 \leq 3V$).

Aisladores

Según establece la ITC-LAT 07, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

Las cadenas de aisladores que se usaran en función de los conductores de la línea se definen en la siguiente tabla: (utilizando CS 70 EB 125/600-455)

Tabla 8. Conductores admisibles según cadena de aisladores

Aislador	Carga de rotura (daN)	Tracción máxima admisible (daN)	Conductores admisibles	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación
U40BS	4.000	1.333	LA 56, LA 110, LARL 56, LARL 78, LARL 125E.	--	Medio
U70BS	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145.	--	Medio
U100BS	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL	--	Medio



			125E, LARL 145E, LARL 180, D-145.		
CS 70 EB 125/600-455	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145.	20/24	Fuerte
CS 100 EB 125/835-455	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145.	20/24	Muy fuerte
CS 70 EB 170/900-555	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145..	30/36	Fuerte
CS 100 EB 170/1250-555	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145.	30/36	Muy fuerte

Quando las solicitaciones mecánicas lo requieran podrán acoplarse dos cadenas de aisladores mediante un yugo.

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC-LAT 07) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

Para la delimitación de las zonas contraminadas se recomienda usar la norma NZZ009 de ENDESA.

En función de dichos niveles de contaminación, las longitudes mínimas de las líneas de fuga de los aislamientos en intemperie serán las de la tabla siguiente:

Reactancia de la línea en Ω /km.

Tabla 7. Longitud de la línea de fuga, según contaminación en la zona

TIPO DE ZONA	LONGITUD DE LA LINEA DE FUGA (mm/kV) ₍₁₎
NORMAL	20
ALTA CONTAMINACIÓN	40
MUY ALTA	60

kV de la tensión más elevada de la red entre fase y tierra. Para altitudes superiores a 1.000 m sobre el nivel se añadirán 20 mm/kV, incrementándose esta cantidad en 20 mm/kV cada 1.000 m de altitud adiciones.

Las cadenas de aisladores a utilizar en función de la tensión nominal de la línea y contaminación de la zona vienen resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 8. Calculo eléctrico de los aisladores

Aislador	Línea de fuga (mm)	Tensión soportada impulso tipo rayo (kV)	Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	Contaminación NORMAL			Contaminación ALTA			Contaminación MUY ALTA			
				Tensión más elevada (kV)	Tensión más elevada de la línea (kV)	Tensión nominal de la línea (kV)	Tensión más elevada (kV)	Tensión más elevada de la línea (kV)	Tensión nominal de la línea (kV)	Tensión más elevada (kV)	Tensión más elevada de la línea (kV)	Tensión nominal de la línea (kV)	
U40BS	2	370	133	54	32	≤24	≤20	16	≤12	≤10	10	≤7,2	≤6
	3	555	195	78	48	≤36	≤30	24	≤24	≤20	16	≤12	≤10
U70BS	2	640	190	72	55	≤36	≤30	27	≤24	≤20	18	≤17,5	≤15
	3	960	260	105	83	≤36	≤30	41	≤36	≤30	27	≤24	≤20
CS 70 AB 125/455	550	125	50			≤24	≤20		≤24	≤20		≤24	≤20
CS 100 AB 125/455	835	125	50			≤24	≤20		≤24	≤20		≤24	≤20
CS 70 AB 170/555	835	170	70			≤30	≤30		≤30	≤30		≤30	≤30
CS 70 AB 170/1150	1.250	170	70			≤30	≤30		≤30	≤30		≤30	≤30
CS 100 AB 170/555	1.250	170	70			≤30	≤30		≤30	≤30		≤30	≤30

Herrajes

Según establece el apartado 3.3 de la ITC-LAT 07, los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

Las características de los herrajes utilizados para las cadenas cumplirán la norma AND009 "Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV".

Siguiendo el mismo criterio, los herrajes sometidos a tensión mecánica por los cables de fibra óptica ADSS, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Tablas de tendido y vanos de regulación

Las tablas de tendido se pueden consultar con el anexo 1 perteneciente al proyecto tipo EDE documento AYZ10004 "cálculos justificativos"

Cálculo de las cimentaciones línea aérea Media Tensión

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \left(h + \frac{2}{3} t \right) + F_v \left(\frac{h_t}{2} + \frac{2}{3} t \right)$$

Y el momento resistente al vuelco:

$$M_r = M_1 + M_2$$

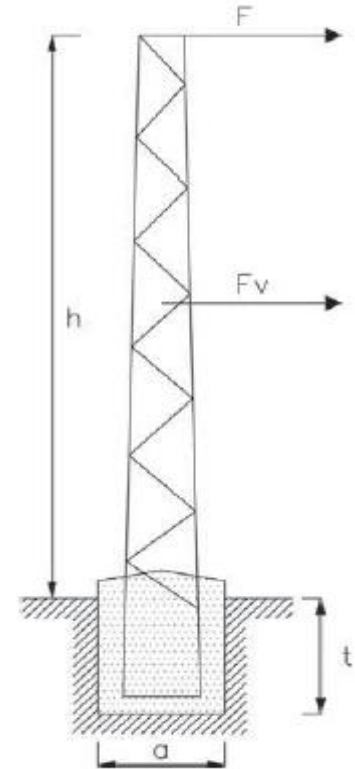
Donde:

$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$ Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

$M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0.4 \cdot p \cdot a$ Momento debido a las cargas verticales

Siendo:

- **K** Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad (Kg/cm²x cm)
- **F** Esfuerzo nominal del apoyo en kg.
- **h** Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- **F_v** Esfuerzo de viento sobre la estructura en kg.
- **h_t** Altura total del apoyo en m.
- **a** Anchura de la cimentación en m.
- **t** Profundidad de la cimentación en m.
- **p** Peso del apoyo y herrajes en kg.



Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el punto 3.6.1. de la ITC-LAT 07, debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

El coeficiente de seguridad resultante entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5 en las hipótesis normales (1H y 2H) ni inferior a 1,2 en las demás hipótesis (3H y 4H), excepto en aquellos casos en que se ha prescindido de la 4H por lo que el coeficiente de seguridad para los apoyos en alineación y ángulo en la hipótesis 3H no será inferior a 1,5.

En los correspondientes planos se indican las dimensiones y volúmenes aproximados de excavación de los apoyos, calculadas para 3 tipos de terreno diferentes con coeficientes de compresibilidad de 8, 12 y 16 Kg/cm²xcm.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEAS M.T. MEDIANTE SOFTWARE DE CALCULO

FONDON_BEZOAIQUE 20_V3

Referencia : LÍNEA A.T. 20 KV. "ANDARAX"

Empresa : .

Sr. D. : .

Estudio N° : .

Características de la línea :

Tensión : 20 kV
 Zona : B
 N° de apoyos : 3
 Longitud de la línea : 131,41 m
 Cables : LA 56 (47-AL1/8-ST1A) { 1 }



Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532
 Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla
 Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25.

CONDICIONES DE CÁLCULO

La velocidad del viento para el cálculo es de 120 Km/h.

Condiciones Limitantes del Tense

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Límite 1		-15°+H v.a.		
Límite 2		10° v.a.		
Límite 3				
Límite 4				
Límite 5				

v.a. condición con tense en valor absoluto
 % condición con tense en % de la carga de rotura.

Condiciones de Tracción Máxima

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Cond. 1		-10°+V		
Cond. 2		-15°+H		
Cond. 3				
Cond. 4				
Cond. 5				

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U



Iluminando la vida

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Condiciones de cálculo de los apoyos

Tipo apoyo	Hipótesis		Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Suspensión	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H.Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H.Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		8 %T a -15°+H		
		H.Tierra		8 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		---		
		H.Tierra		---		
Amarre	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H.Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H.Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		15 %T a -15°+H		
		H.Tierra		15 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		---		
		H.Tierra		---		
Anclaje	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H.Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H.Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		50 %T a -15°+H		
		H.Tierra		50 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H.Tierra		100 %T a -15°+H		
Fin de línea	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H.Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H.Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		---		
		H.Tierra		---		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H.Tierra		100 %T a -15°+H		

Esfuerzos de 3ª hipótesis aplicados en el eje del apoyo.

Condiciones de Flecha Mínima

Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
	-15°		

Condiciones del ángulo de desvío de la cadena

Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
	-10°+½V		

Condiciones de Flecha Máxima

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Cond. 1		15°+V		
Cond. 2		50°+H		
Cond. 3		0°+H		
Cond. 4				
Cond. 5				



C/ro. Madrid - Cádiz Km. 532
Apdo. de correos 13.314 - 41.050 Sevilla
Tel: +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25.

FLECHAS Y TENSIONES

LA 56 (47-ALL/8-ST1A) (1)

Zona A

Lim. 1 a -5° + V 565 daN
Lim. 2 a 15° 245 daN

Zona C

Lim. 1 a -20° + H 565 daN
Lim. 2 a 10° 245 daN

Zona B

Lim. 1 a -15° + H 565 daN
Lim. 2 a 10° 245 daN

Zona USUARIO

limite 1 a -30° + H 565 daN

Sección 54,6 mm²
Peso 0,189 Kg/m
Carga de Rotura 1638,27 daN
Coef. Dilatación 1,91E-05 1/°C
Módulo Elasticidad 7946,1 daN/mm²
Diámetro aparente 9,45 mm
Viento sobre conductor 0,567 daN/m

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini. A. Fin.	Vano	Vano Regul.	T F	CONDICIONES EN ZONA B												Cs
				50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	-15°+H	
924599 1	15	15	T F	34 0,15	50 0,1	93 0,06	165 0,03	205 0,03	245 0,02	327 0,02	344 0,06	377 0,04	409 0,01	451 0,01	460 0,05	3,55
1 2	116,4	116,4	T F	121 2,6	130 2,43	140 2,25	153 2,06	161 1,96	170 1,86	191 1,65	498 2,52	444 2,28	219 1,44	236 1,34	541 2,32	3

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida





Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532
Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla
Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25

Esfuerzo Total

Hu- Altura útil del apoyo
L- Esfuerzo longitudinal del cable
T- Esfuerzo transversal del cable
H- Esfuerzo horizontal del cable
V- Esfuerzo vertical del cable
d- Distancia entre fases
FT- Esfuerzo horizontal total
Cs- Coeficiente de seguridad
 α - Ángulo desvío de la cadena
Dm- distancia mínima a masa

La hipótesis 4ªA refleja las cargas cuando hay rotura de esa fase. La 4ªB las cargas cuando la fase no está rota.

Poste Hu(m)	Función Segurid. Zona	Ángulo Comp. °Cen.	Hip	Cs	FASES 3 fases Simplex				HILO TIERRA 0 hilo tierra				d (m)	α (°)	TOTAL FT (daN)
					L (daN)	T (daN)	H (daN)	V (daN)	L (daN)	T (daN)	H (daN)	V (daN)			
924599	EXIST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 13,49	FL-ANG Normal Zona B	217,23	1ª	1,5	454	97	550	43	---	---	---	---	1,23	-	1651
			2ª	1,5	536	73	609	80	---	---	---	---			1827
			3ª	1,5	---	---	---	---	---	---	---	---			---
			4ªA	1,5	0	0	---	0	---	---	---	---			0,46
4ªB	1,2	536	73	609	80	---	---	---	---	---					
2 13,49	FL Normal Zona B	-	1ª	1,5	458	35	493	-13	---	---	---	---	1,23	-	1479
			2ª	1,5	541	0	541	14	---	---	---	---			1623
			3ª	1,5	---	---	---	---	---	---	---	---			---
			4ªA	1,5	0	0	---	0	---	---	---	---			0,3
4ªB	1,2	541	0	541	14	---	---	---	---	---					



Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532
Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla
Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25

APOYOS SELECCIONADOS

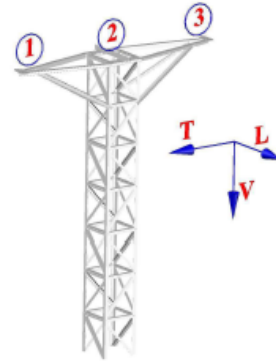
Tensión : 20 KV
Nº Conductores : 3
Nº Hilos Tierra : 0

Poste Hu (m)	Función Segurid. Zona	Ángulo Comp. °Cen.	Denominación del Apoyo	Datos de las Fundaciones										Peso Apoyo Kg	
				H m	a/d m	h m	b/D m	c m	Exc. m²	K kg/cm²	α °	σ kg/cm²			
924599	EXIST Normal Zona B		APOYO EXIST. AM-3600-TR (D=2.50)												
1 13,49	FL-ANG Normal Zona B	217,23	C-2000-16-M0-1,50-CRUCETAS ATRANTADAS	2,16	1,28					3,54	8				797
2 13,49	FL Normal Zona B		C-2000-16-M0-1,50-CRUCETAS ATRANTADAS	2,16	1,28					3,54	8				797
				Totales :						7,08					1594,64



Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532
Apdo. de correos 83.314 - 41.080 Sevilla
Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25 -

Apoyo 1



Altura Útil (m) : 13,49
Seguridad : Normal
Función : Fin de línea
Armado : Montaje 0
Vano anterior (m) : 15
Vano posterior (m) : 116,41
N : 0,0109
D. Fases nec. (m) : 1,23
D. Masa nec. (m) : 0,46
Ángulo desvío cadena : 0
Contrapeso (Kg) : 0

ESFUERZOS NECESARIOS (daN)

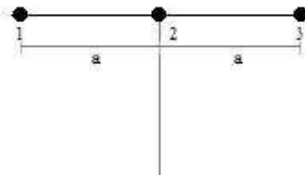
PUNTO	1º Hip. (Cs=1,5)			2º Hip. (Cs=1,5)			3º Hip. (Cs=1,5)			4º Hip. (Cs=1,2)					
	V	L	T	V	L	T	V	L	T	FASE ROTA			FASE NO ROTA		
1	43	454	-97	80	536	-73	0	0	0	0	0	0	80	536	-73
2	43	454	-97	80	536	-73	0	0	0	0	0	0	80	536	-73
3	43	454	-97	80	536	-73	0	0	0	0	0	0	80	536	-73

APOYO SELECCIONADO

Denominación : C-2000-16-M0-1,50-CRUCETAS ATRANTADAS

D. Fases Real (m) : 1,5
D. Masa Real (m) : 1,245

	1º Hip.	2º Hip.	3º Hip.	Rot. Cond.	Rot. H.T.
Utilización	72,53%	84,83%	0%	35,64%	0%
Coefficiente seg.	2,07	1,77	---	3,37	---



b (m) : 0
a (m) : 1,5
c (m) : 0
g (m) : 0
h (m) : 0

Terreno
K (kg / cm³) : 8

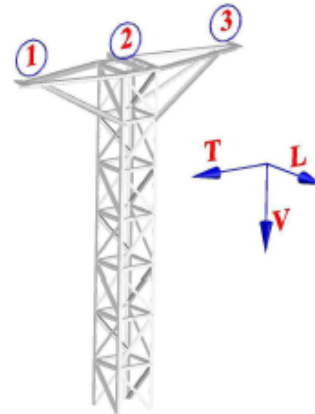
Fundaciones
(Monolíticas)
a : 1,28
h : 2,16

Totales
Excavación (m³) : 3,54
Ocupación (m²) : 1,64
Peso apoyo (kg) : 797,32



Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532
Apdo. de correos 43.314 - 41.000 Sevilla
Tel: +(34) 95 451 99 66 - Fax: +34 95 425 16 25 -

Apoyo 2



Altura Útil (m) : 13,49
Seguridad : Normal
Función : Fin de línea
Armado : Montaje 0
Vano anterior (m) : 116,41
Vano posterior (m) : ---
N : -0,0597
D. Fases nec. (m) : 1,23
D. Masa nec. (m) : 0,3
Ángulo desvío cadena : 0
Contrapeso (Kg) : 0

ESFUERZOS NECESARIOS (daN)

PUNTO	1º Hip. (Cs=1,5)			2º Hip. (Cs=1,5)			3º Hip. (Cs=1,5)			4º Hip. (Cs=1,2)					
	V	L	T	V	L	T	V	L	T	FASE ROTA			FASE NO ROTA		
1	-13	-458	35	14	-541	0	0	0	0	0	0	0	14	-541	0
2	-13	-458	35	14	-541	0	0	0	0	0	0	0	14	-541	0
3	-13	-458	35	14	-541	0	0	0	0	0	0	0	14	-541	0

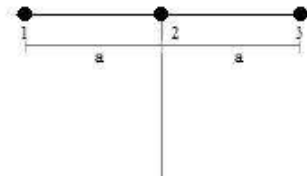
APOYO SELECCIONADO

Denominación : C-2000-16-M0-1,50-CRUCETAS ATIRANTADAS

D. Fases Real (m) : 1,5

D. Masa Real (m) : 1,245

	1º Hip.	2º Hip.	3º Hip.	Rot. Cond.	Rot. H.T.
Utilización	78,35%	77,55%	0%	35,95%	0%
Coefficiente seg.	1,91	1,93	---	3,34	---



Terreno
K (kg / cm³) : 8

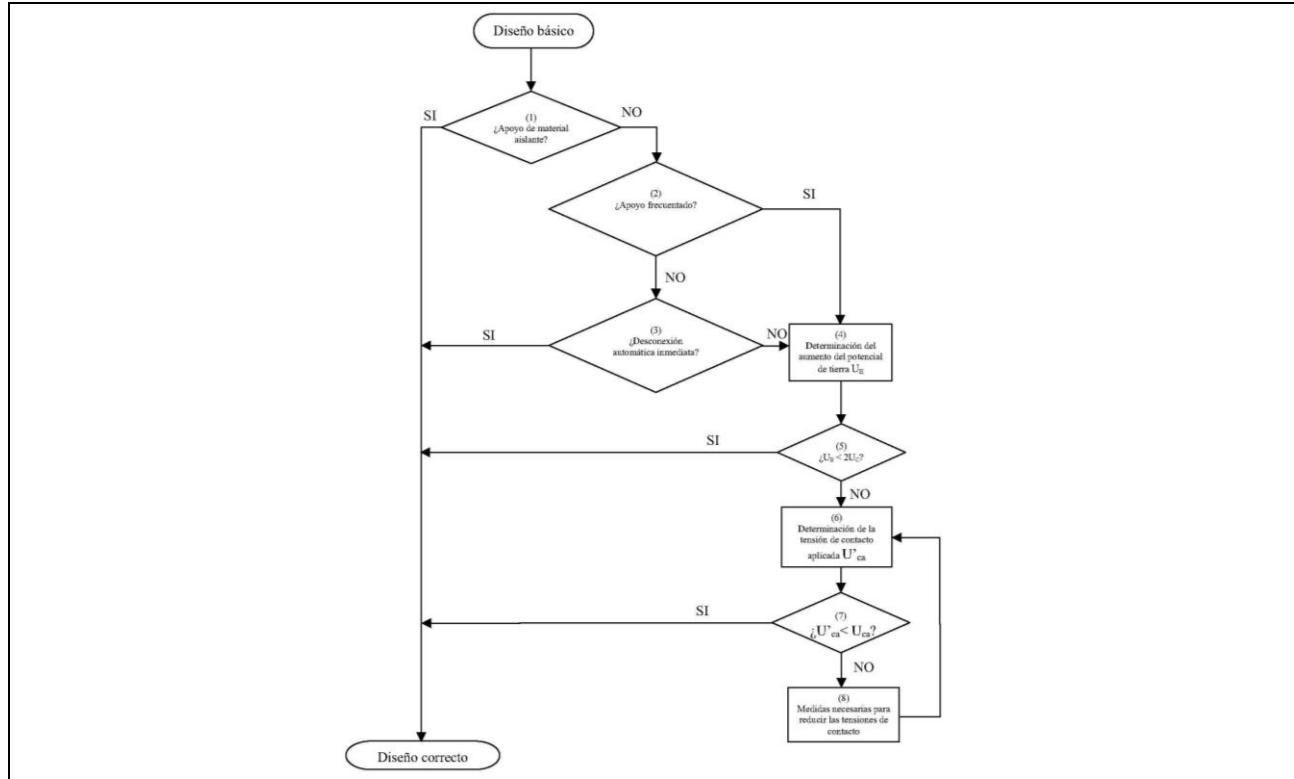
Fundaciones (Monolíticas)
a : 1,28
h : 2,16

Totales
Excavación (m³) : 3,54
Ocupación (m²) : 1,64
Peso apoyo (kg) : 797,32

Cálculo de la puesta a tierra de los apoyos

Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados

Los apoyos se clasifican en frecuentados y en no frecuentados según lo indicado en la Memoria del presente proyecto y el diseño de su puesta a tierra se realiza siguiendo el siguiente esquema:



APOYO	TIPOLOGÍA
Nº1	FRECUENTADO
Nº2	FRECUENTADO

Cálculo de tierras apoyos frecuentados

En general el electrodo a utilizar en este tipo de apoyos estará compuesto por un anillo cerrado, a una profundidad de al menos 0,50 m, al que se conectarán al menos 2 picas.

Para considerar que el diseño del sistema de puesta a tierra es correcto se debe cumplir que la elevación del potencial de tierra sea menor que dos veces el valor máximo admisible de la tensión de contacto, es decir:

$$U_E < 2 \cdot U_C$$



En caso de no cumplirse la condición anterior será necesario analizar que la tensión de contacto aplicada es inferior a la tensión de contacto aplicada admisible ($U'_{ca} \leq U_{ca}$). Esto se garantiza si se cumple que la tensión de contacto calculada para la instalación, ante un posible defecto, es inferior a la tensión de contacto máximo admisible:

$$U'_c \leq U_c$$

Siendo:

- U_E Aumento del potencial de tierra, en V,
- U'_C Tensión de contacto, en V,
- U_C Tensión de contacto máxima admisible, en V,

En caso de no verificarse alguna de las expresiones anteriores, el diseño del sistema de puesta a tierra no será válido y será necesario repetir los cálculos con una configuración distinta o implementar algunas de las medidas adicionales propuestas en el apartado Clasificación de los apoyos según su ubicación del documento Memoria para eliminar el riesgo de contacto. En este último caso se deberá comprobar que las tensiones de paso son inferiores a las máximas admisibles:

$$U'_P < U_P$$

Una vez construida la instalación de puesta a tierra de los apoyos frecuentados será necesario realizar la correspondiente medición de las tensiones de contacto, o en su lugar, realizar la medición de la resistencia de puesta a tierra, puesto que se ha establecido una correlación ente los valores de la tensión de contacto y la resistencia de puesta a tierra de acuerdo a un procedimiento sancionado por la práctica.

NOTA: Se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Medidas de seguridad Complementarias Apoyos Frecuentadas

A la vista de los resultados obtenidos para las tensiones de paso y contacto, se adoptan la siguiente medida complementaria:

- Recubrir el apoyo metálico con un antiescalo hasta una altura de 3 m, para limitar las tensiones de contacto.
- Colocar un acerado perimetral y un mallazo equipotencial para limitar las tensiones de paso.

Todo ello encaminado a hacer inaccesibles las partes metálicas, susceptibles de quedar en tensión por defecto o avería, sobre todo desde fuera de la plataforma del operador evitando o haciendo muy difícil la aparición de tensiones de contacto.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Diseño de la instalación de tierra apoyos frecuentados.

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.

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Los apoyos de material no conductor (madera, etc) no necesitan tener puesta a tierra.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra apoyos frecuentados.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 20000 \text{ V}$.
- Puesta a tierra del neutro:
- Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωm): 250.
 - 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 :

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

· 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: 20-20/5/22.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 2x2.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 2.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.216$.
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0485$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.147$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.216 \cdot 250 = 54 \Omega.$$

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

$$U_E = R_t \cdot I_d = 54 \cdot 300 = 16200 \text{ V.}$$

Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Para evitar el peligro de la tensión de contacto, se debe instalar una losa de hormigón de espesor total 20 cm., como mínimo y que sobresalga 1,2 m. del borde de la base de la columna o poste. Dentro de esta losa (plataforma del operador) y hasta 1 m. del borde de la base de la columna o poste se embeberá un mallazo electrosoldado de 4 mm. de diámetro como mínimo formando una retícula de 0,30x0,30m. Este mallazo debe conectarse a dos puntos opuestos de la puesta a tierra. El mallazo tendrá por encima al menos 10 cm. de hormigón.

Asimismo pueden adoptarse medidas de seguridad adicionales tales como recubrimiento de obra en apoyos metálicos hasta 3 m. de altura, o vallado de la plataforma del operador.

Todo ello encaminado a hacer inaccesibles las partes metálicas, susceptibles de quedar en tensión por defecto o avería, sobre todo desde fuera de la plataforma del operador evitando o haciendo muy difícil la aparición de tensiones de contacto.

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:

$$U'p = Kp \cdot \rho \cdot Id = 0.0485 \cdot 250 \cdot 300 = 3637.5 \text{ V.}$$

Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

Para evitar el peligro de la tensión de contacto, se debe instalar una losa de hormigón de espesor total 20 cm., como mínimo y que sobresalga 1,2 m. del borde de la base de la columna o poste. Dentro de esta losa (plataforma del operador) y hasta 1 m. del borde de la base de la columna o poste se embeberá un mallazo electrosoldado de 4 mm. de diámetro como mínimo formando una retícula de 0,30x0,30m. Este mallazo debe conectarse a dos puntos opuestos de la puesta a tierra. El mallazo tendrá por encima al menos 10 cm. de hormigón.

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.

$$U'p (\text{acc}) = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0.147 \cdot 250 \cdot 300 = 11025 \text{ V.}$$

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-LAT 07 (Tabla 18), en voltios.

- R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .
- C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
- 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 Ωm .
- ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωm .
- ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .
- t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.
- t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
- t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.
- Según el punto 1.2. el tiempo de duración de la falta es:

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

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

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 250 \cdot 1) / 1000) = 6955 \text{ V.}$$

$$U_p (\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 250 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.68) / 1000) = 12724.61 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 250 / 250) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 250 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.68$$

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	$U_p = 3637.5 \text{ V.}$	\leq	$U_p = 6955 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p (\text{acc}) = 11025 \text{ V.}$	\leq	$U_p (\text{acc}) = 12724.61 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 16200 \text{ V.}$	\leq	
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

Cálculo de tierras apoyos no frecuentados

En general el electrodo a utilizar en este tipo de apoyos estará compuesto por una pica 2m a una profundidad de al menos 0,50 m. Cumpliendo con los valores máximos de resistencia inferior a 20 Ω .

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.230$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.230 \cdot 250 = 57,5 \Omega.$$



ANEXO II: CALCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y PUESTA A TIERRA

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U



Iluminando la vida

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA= **100 kVA**

U = Tensión compuesta primaria en kV = **20 kV**.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Para el transformador de **100KVA**.

Potencia del transformador (kVA)	Tensión nominal primario (kV)							
	6	10	11	13,2	15	20	25	30
50	4,8	2,9	2,6	2,2	0,7	0,4	0,3	0,3
100	9,6	5,8	5,2	4,4	3,8	2,9	2,3	1,9
160	15,4	9,2	8,4	7,0	6,2	4,6	3,7	3,1
250	24,1	14,4	13,1	10,9	9,6	7,2	5,8	4,8

$$I_p = 2,89 \text{ A}$$

Dimensionado de las conexiones MT

Los conductores empleados para la conexión de MT del transformador tomarán como referencia la norma informativa DND001 "Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV".

- Tensión nominal de la red ≤ 20 kV: tensión de aislamiento 12/20 kV y de 95 mm² de sección mínima.

La intensidad máxima admisible de las secciones anteriores son las indicadas en la siguiente Tabla. Se ha tomado de la ITC-LAT-06 Tablas 6 y 13, para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación al aire	Instalación directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE	Cable aislado con XLPE
95	255	205
150	335	260
Temperatura máxima en el conductor: 90º C	- Temperatura del aire: 40º C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo. - Disposición que permita una eficaz renovación del aire.	- Temperatura del terreno: 25º C - 3 cables unipolares en tresbolillo - Profundidad de instalación: 1 m - Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W - Temperatura aire ambiente: 40ºC

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 2,89 A según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a las máximas admisibles por los cables seleccionados (255 A y 205 A respectivamente), en consecuencia, no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento

INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

Para el transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de **100 kVA** y la tensión secundaria es de 400 V.

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

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

Donde: P potencia del transformador [kVA]
 U_s tensión en el secundario [kV].
 I_s intensidad en el secundario [A].

Para el transformador la tensión secundaria es de 400 V. La intensidad en las salidas de 400 V en vacío puede alcanzar el valor.

Tensión nominal del secundario (kV)	Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del secundario (A)
B2 - 0,40	50	72
	100	144
	160	231
	250	361



· TR-1. 100kVA. Is = 144,34 A.

Dimensionado de las conexiones BT

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm² de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible (Imáx) es de 420 A.

El cálculo de las conexiones de BT se realiza partir de la máxima corriente admisible por los conductores aplicando los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07).

Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50° C, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser f1 = 0,90.

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B 2 (4 0 0 V)				
	Composición del puente (fases) (mm ² Al)+neutro	In (A) por fase	Imáx (A) por fase	f1	Iadm (A) <i>I_{adm} = f₁ · I_{máx}</i>
50	3 x 1 x 240+1x150	72	420	0,9	378
100	3 x 1 x 240+1x150	144	420	0,9	378
160	3 x 1 x 240+1x150	231	420	0,9	378
250	3 x 1 x 240+1x150	361	420	0,9	378

Se cumple que la intensidad admisible 378 A es superior a la nominal 144,34 A del transformador, por lo que se concluye que el puente está adecuadamente dimensionado.

CORTOCIRCUITOS.

Observaciones.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, que será de 300 MVA, valor especificado por la compañía eléctrica.

Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Cálculo de las intensidades 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.

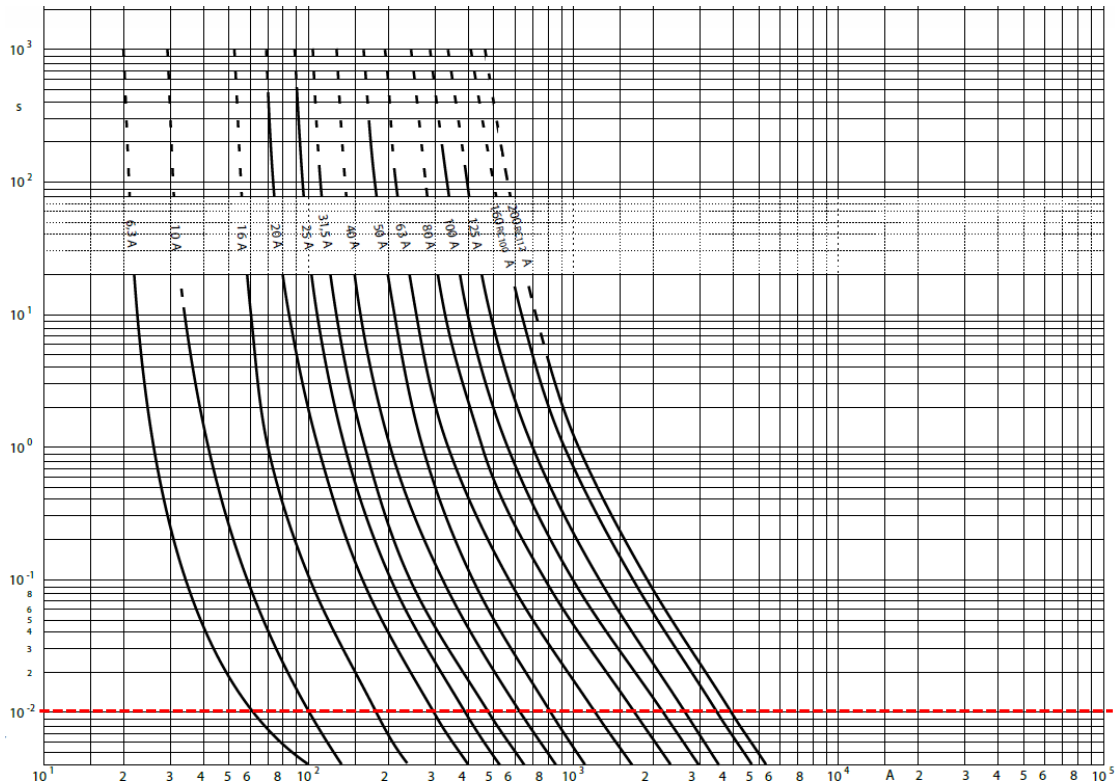
Cortocircuito en el lado de Media Tensión

S _{cc} (MVA)	U _p (kV)	I _{ccp} (kA)
300	20	8.66

El valor de la intensidad de cortocircuito para el diseño del centro de transformación será de 16 kA en función de las características de la red a la que se conecta.

Aunque la intensidad de cortocircuito máxima prevista de 20 kA puede llegar a ser superior a la intensidad máxima admisible por los cables de las conexiones de MT, estos últimos están protegidos por los cortocircuitos fusibles de protección del transformador por lo que su dimensionamiento se considera adecuado.

En la gráfica 1 se detallan las curvas de fusión para el calibre de los fusibles habituales. Se observa que para sobreintensidades debidas a eventuales cortocircuitos (kA) el tiempo de actuación de los fusibles de los cortocircuitos es instantáneo (inferior a 10 ms) y para este tiempo de actuación la intensidad máxima admisible de cable de conexión de MT es muy superior a la intensidad de cortocircuito esperada.



Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
trafo	100	400	4	3.61

SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

Protección en AT.

La protección contra sobrecorrientes del transformador en AT se realiza utilizando un Seccionador con fusibles de expulsión XS cut-out de tensión asignada 24 kV y 200 A de intensidad asignada.

El calibre de los fusibles será de 12 A.

La protección contra sobretensiones del transformador en AT se realiza mediante autoválvulas de 24 kV de tensión asignada y una intensidad de descarga de 10 kA

Protección en BT

Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



En el circuito de baja tensión se instalará un armario que se colocará sobre el centro de transformación, el cual estará previsto para 2 salidas con opción de una tercera. La protección en baja tensión se realizará con cortacircuitos fusibles, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida.

Protección Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una sonda temperatura instalada en el transformador y conectada al interruptor seccionador de corte general en el puente de BT.

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:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

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, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio:

Para ventilación de transformador de potencia hasta **250 KVA**.

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 homologado.

CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



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

- **Investigación de las características del suelo.**

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

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 250 Ohm·m.

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

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

De la red:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

Desconexión inicial.

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

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:
 - $r_{\text{terreno}} (Wxm)$: 250.
 - $rH_{\text{hormigón}} (Wxm)$: 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

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

- Intensidad de defecto, I_d :

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

- Aumento del potencial de tierra, U_E :

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

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 20-20/8/42.
- Geometría: Anillo.

Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

- Dimensiones (m): 2x2.
- Profundidad del electrodo (m): 0.8.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.129$.
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0231$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0699$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.129 \cdot 250 = 32.25 \Omega.$$

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

$$U_E = R_t \cdot I_d = 32.25 \cdot 300 = 9675 \text{ V.}$$

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:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 250 = 33.75 \Omega.$$

Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

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:

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



$$U'p = Kp \cdot \rho \cdot Id = 0.0231 \cdot 250 \cdot 300 = 1732.5 \text{ V.}$$

Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

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.

$$U'p (\text{acc}) = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0.0699 \cdot 250 \cdot 300 = 5242.5 \text{ V.}$$

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:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs) / 1000) \text{ V.}$$

$$Up (\text{acc}) = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_s \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) \text{ V.}$$

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

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

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

Siendo:

- Up = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
- $Up (\text{acc})$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
- Uca = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.
- Rac = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .
- Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
- C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
- hs = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
- h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.

- = Resistividad natural del terreno, en Ωxm .
- ρ_S = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm .
- ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm .
- 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 el tiempo de duración de la falta es:

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

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

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_S \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1.23) / 1000) = 6535.39 \text{ V.}$$

$$U_p (\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_S \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1.23 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.68) / 1000) = 12514.8 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_S) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 250 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1.23$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 250 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.68$$

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	$U_p = 1732.5 \text{ V.}$	\leq	$U_p = 6535.39 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p (\text{acc}) = 5242.5 \text{ V.}$	\leq	$U_p (\text{acc}) = 12514.8 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 9675 \text{ V.}$	\leq	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

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

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

$$Dn-p \geq (\rho \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (250 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 11.94 \text{ m.}$$

Siendo:

- = Resistividad del terreno en Ωm .
 - Id = Intensidad de defecto en A.
 - La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo
- **Corrección y ajuste del diseño inicial**

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

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

ANEXO III: CALCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA B.T.

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025. EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSW088-WKGG-0WG4-SOSO-8K0017-9KSSEM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS RED SUBTERRÁNEA B.T.

introducción

A continuación, se detallan los cálculos necesarios para justificar el dimensionamiento de la nueva línea proyectada LSBT 3x150Al/95Al de acuerdo a las prescripciones indicadas en la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En este apartado se detalla y justifica el cálculo de los siguientes parámetros:

- Intensidades máximas admisibles para el cable.
 - En servicio permanente.
 - En cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Pérdidas de potencia.
- Caída de tensión de la línea.

Características eléctricas del conductor

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características del conductor que se detallan en el documento de referencia informativo **CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV.**

Resistencia del cable

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90 °C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

- α Coeficiente de temperatura del aluminio, $\alpha = 0,00403 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,
- θ Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90°C. $R_{20^{\circ}\text{C}}$ Resistencia del conductor a 20°C.

Los valores de resistencia para los valores indicados a la temperatura estándar (20°C) y máxima (90 °C) son:

Aislamiento cable	Sección nominal (mm ²)	Resistencia (*) máxima a 20 °C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90 °C (Ω/km)
XZ1	50 Al	0,641	0,822
	95 Al	0,320	0,410
	150 Al	0,206	0,264
	240 Al	0,125	0,160

Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. El valor de la reactancia de los cables, dispuestos en triángulo dentro de un mismo tubo, se detalla en la tabla adjunta:

Aislamiento cable	Sección nominal (mm ²)	Reactancia cable (Ω/km)
XZ1	50 Al	0,095
	95 Al	0,089
	150 Al	0,087
	240 Al	0,085

intensidad máxima admisible para el cable

Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima admisible del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según la ITC-BT-07, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la Tabla 8.

Tabla 8. Temperaturas máximas admisibles aislamiento cables

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θs	Cortocircuito θcc (t ≤ 5s)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C



Los valores de intensidad máxima admisible según la norma UNE 211435 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla 9.

- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C
- LSBT en servicio permanente
- 4 cables unipolares dentro de un tubo
- Profundidad de instalación: 0,70 m
- Resistividad térmica del terreno: 1 K·m/W
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 °C

Tabla 9. Intensidades máximas admisibles en cables XLPE, Al, bajo tubo.

Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A) (cables en triángulo en contacto)
50	125
95	191
150	253
240	336/312(*) (*) si la protección se realiza con fusible gG de 250 A

En el caso en que no se cumplan las condiciones descritas anteriormente, la intensidad admisible deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas.

Las condiciones a considerar para la corrección del valor de la intensidad admisible son las siguientes:

- Temperatura del terreno
- Agrupación de los circuitos
- Resistividad térmica del terreno
- Profundidad de la instalación

Tras la aplicación de los diferentes factores correctores, debe cumplirse que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla.



- Factor relativo a cables enterrados bajo tubo en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C (Fct) según norma UNE 211435:

En siguiente tabla se indican los factores de corrección F, de la Intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25°C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Temperatura °C, en servicio permanente, θ_s	Temperatura del terreno, en °C, θ_t								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las tablas será

$$F_{ct} = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

- Factor relativo a agrupación de circuitos (Fca) según norma UNE 211435:

En el caso de que la LSBT se componga de una agrupación de tubos, el factor de corrección que se debe aplicar en función el número de tubos y la separación entre ellos es el siguiente:

Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm		
	Contacto	200	400
2	0,87	0,90	0,94
3	0,77	0,82	0,87
4	0,71	0,77	0,84
5	0,67	0,74	0,81
6	0,64	0,71	0,79

- Factor relativo a resistividad térmica del terreno (Fct) según norma UNE 211435:

Una terna de cables unipolares (incluido el neutro) instalados en tubos, un circuito por tubo, enterrados en terrenos de resistividad térmica distinta de 1 K·m/W.



Sección conductor mm ²	Resistividad del terreno (K·m/W)						
	0,8	0,9	1	1,5	2,00	2,50	3
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad se detalla en la tabla adjunta:

Resistividad térmica del terreno (K m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

- Factor relativo a la profundidad de la instalación (Fcp) según norma UNE 211435:

Cables instalados en tubos a distintas profundidades considerando que la profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Profundidad (m)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,25
Factor de corrección	1,03	1,01	1,00	0,99	0,97	0,96

En base a los factores expuestos, la intensidad admisible permanente del cable se calculará por la siguiente expresión:

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fca \cdot Fcrt \cdot Fcp$$

Donde:

- I_{adm} Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.
- I Intensidad del cable sin coeficientes de corrección, en A.
- Fct Factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- Fca Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.
- $Fcrt$ Factor de corrección debido a la resistividad del terreno.
- Fcp Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento

Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3 adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor

$$I_{cc3 adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

- **$I_{cc3 adm}$** . Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.
- **S** Sección del conductor, en mm².
- **K** Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1

segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE, K=94 A/mm², suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90 °C y máxima durante el cortocircuito de 250 °C.

- **tcc** Duración del cortocircuito, inferior a 5 segundos

En ningún caso se superarán las densidades de corriente de cortocircuito indicadas en la tabla 16 de la ITC-BT-07, para ello los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en la presente especificación se detallan en la tabla:

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
50	14,9	10,5	8,6	6,6	4,7	3,8	3,3	3,0	2,7	2,1
95	28,2	20,0	16,3	12,6	8,9	7,3	6,3	5,6	5,2	4,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1	6,3
240	71,3	50,4	41,2	31,9	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0	10,1

Con carácter general el valor de la intensidad de cortocircuito para el cálculo de las LSBT será 20 kA. En puntos alejados del centro de transformación que alimenta las LSBT esta intensidad disminuye y el proyectista podrá justificar intensidades inferiores.

En cualquier caso, los dispositivos de protección colocados en las LSBT aseguran que, en el tiempo actuación de la protección, la intensidad de cortocircuito del cable es inferior a los valores máximos indicados en la tabla.

Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión: En valor absoluto:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \text{ En valor absoluto}$$

$$P_p (\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \text{ En valor porcentual}$$

Dónde:

- **P** = Potencia a transportar,
- **L** = longitud de la línea,
- **U** = Tensión nominal de la línea,
- **R₉₀** = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad,
- **Cos φ** = Coseno de fi de la instalación, adim. 0,8

Resultando una pérdida de potencia calculada

Calculando la P a transportar con la expresión:

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

Siendo:

- **P** Potencia a transportar por el cable en kW.
- **U** Tensión de línea en kV.
- **I** Intensidad de la línea en A.
- **Cos φ** Factor de potencia de la instalación

Caída de tensión

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo (L) proyectado mediante la siguiente expresión:

La caída de tensión se calculará como:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{En valor absoluto}$$

$$U_c (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{En valor porcentual}$$

Dónde:

- **P** = Potencia a transportar,
- **L** = longitud de la línea, en km,
- **U** = Tensión nominal de la línea,

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



- R_{90} = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, 0
- X = Reactancia de la línea,
- $\operatorname{tg} \varphi$ = Tangente de fi de la instalación, adim.

Protecciones

Como ya se ha indicado anteriormente las LSBT se protegerán contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles tipo “gG” de alto poder de ruptura, o interruptores automáticos, a disponer en el cuadro de baja tensión del centro de transformación (o en cajas de seccionamiento y protección intermedias).

Con carácter general para una salida de BT determinada el calibre del elemento de protección vendrá determinado por:

- ✓ *La intensidad nominal del cable*
- ✓ *La respuesta térmica del cable*
- ✓ *Potencia del transformador*

En caso de protección con fusibles, en la tabla se indica el calibre máximo de los fusibles a instalar para una protección adecuada de la LSBT en el CBT, Se utilizaran fusibles de 160A.

Sección del conductor (mm ²)	Calibre fusible ⁴ (A) If = 1,6 In If < 1,45 Iz
50	100
95	160
150	200
240	250

If: Intensidad de fusión del fusible
In: Intensidad asignada del fusible (calibre)
Iz: Intensidad máxima admisible del cable

Longitud máxima de la LSBT protegida por fusibles

Para una adecuada protección del cable frente a eventuales cortocircuitos, se tendrá en cuenta la máxima longitud del cable que el fusible seleccionado puede proteger de acuerdo a la tabla 17.

Las longitudes indicadas en dicha tabla se han calculado para asegurar la protección frente cortocircuitos, en un tiempo no superior a 5 segundos, de las LSBT que parten del cuadro de BT del CT.

Los cálculos se han realizado para un calentamiento adiabático de los cables, teniendo en cuenta su impedancia de fase y neutro a la temperatura máxima posible durante el cortocircuito, la resistencia y la reactancia de cortocircuito del transformador, un factor de tensión de 0.95 según la norma UNE 60909-0 y despreciando la impedancia de cortocircuito de la red aguas arriba del transformador de distribución del CT. Para el cálculo de la temperatura final del cable se ha considerado una temperatura previa al cortocircuito de 90° para la fase y 70° para el neutro

Potencia Trafo (kVA)	Cable subterráneo, tipo XZ1 (S) unipolar, de Al (f/n)							
	50/50		95/50		150/95		240/150	
	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)
50	80(1)	248	80(1)	319	80(1)	577	80(1)	865
	80(2)	285	80(2)	368	80(2)	671	80(2)	1.017
	100(1)	201	100(2)	259	100(2)	471	100(2)	711
	125(3)	155	125(2)	203	125(2)	367	125(2)	551
100	160(3)	105	160(1)	143	160(1)	256	160(1)	381
	80(2)	297	80(2)	383	80(2)	702	80(2)	1.069
160	100(1)	213	100(2)	275	100(2)	503	100(2)	764
	125(3)	167	125(2)	219	125(2)	400	125(2)	605
	160(3)	117	160(1)	160	160(2)	290	160(2)	436
	200(3)	80	200(3)	110	200(1)	209	200(2)	312
	250(3)	51	250(3)	72	250(3)	146	250(1)	216
	315(3)	29	315(3)	42	315(3)	90	315(3)	138
	80(2)	302	80(2)	391	80(2)	719	80(2)	1.097
250	100(1)	219	100(2)	283	100(2)	520	100(2)	792
	125(3)	173	125(2)	228	125(2)	417	125(2)	634
	160(3)	123	160(1)	168	160(2)	307	160(2)	466
	200(3)	86	200(3)	119	200(1)	227	200(2)	343
	250(3)	57	250(3)	80	250(3)	161	250(1)	248
	315(3)	34	315(3)	50	315(3)	109	315(3)	170
	80(2)	306	80(2)	395	80(2)	728	80(2)	1.114
400	100(1)	223	100(2)	288	100(2)	530	100(2)	810
	125(3)	177	125(2)	232	125(2)	427	125(2)	652
	160(3)	126	160(1)	173	160(2)	318	160(2)	484
	200(3)	89	200(3)	124	200(1)	238	200(2)	361
	250(3)	60	250(3)	85	250(3)	172	250(1)	267
	315(3)	37	315(3)	54	315(3)	120	315(3)	190



(1)
(2)
(3)

Fusibles que protegen frente a sobrecargas y

cortocircuitos maximizando la capacidad del cable. Fusible a colocar con carácter general.

Fusibles que protegen frente a sobrecargas y cortocircuitos. Uso excepcional y con autorización previa de e-distribución.

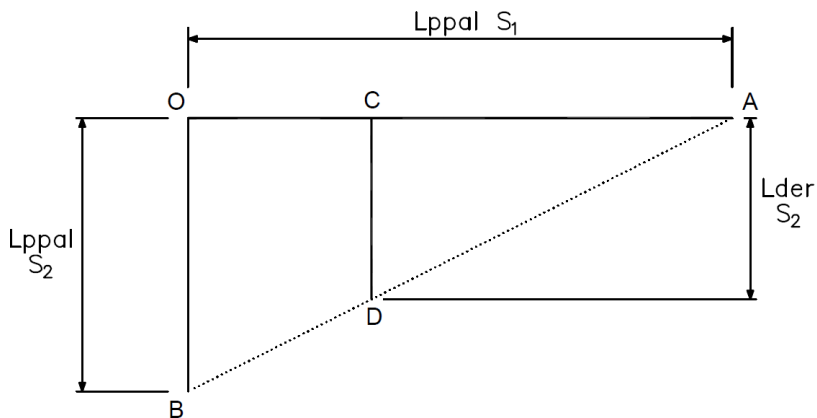
Fusibles no válidos puesto que no protegen frente a sobrecargas. El dato de longitud máxima se indica sólo a efectos de calcular la longitud de las derivaciones.

Longitud máxima de derivaciones

Con carácter general las derivaciones de las LSBT son conexiones rígidas, es decir, sin dispositivos de protección en el punto de derivación.

En este caso si se realizan con secciones de cables inferiores al de la línea principal, eventuales cortocircuitos producidos en dicha derivación deben protegerse con los dispositivos de protección instalados en el origen de la línea principal.

La longitud máxima de la derivación que puede protegerse contra cortocircuitos, por el mismo dispositivo de protección que protege la línea, se determina por el siguiente esquema.



- $L_{ppal} (S_1) = OA$, longitud máxima de una línea principal, de sección S_1 , protegida contra cortocircuitos por un dispositivo de protección instalado en cabecera (O).
- $L_{ppal} (S_2) = OB$, longitud máxima de una línea principal, de sección S_2 , protegida contra cortocircuitos por el mismo fusible instalado en O.

- $L_{der}(S_2) = CD$, longitud máxima de la derivación, de sección S2, protegida contra cortocircuitos por el fusible instalado en cabecera (O).

La longitud máxima de una derivación de sección S2 (L_{der}), con origen en el punto C de la línea principal de sección S1, para asegurar una correcta protección frente a cortocircuitos viene dada por la siguiente expresión

$$L_{der}(S_2) = CD = \frac{CA \cdot OB}{OA} = \frac{(OA - OC) \cdot OB}{OA}$$

Siendo OC la distancia entre el punto de conexión de la derivación con la línea principal y origen de la misma donde están ubicados los dispositivos de protección (centro de transformación)

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS RED AEREA B.T.

Características generales de la instalación.

El presente documento de justificación de cálculos recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar:

- Línea Aérea de Baja Tensión **RZ 3x50 Al + 1x54,6 Alm, Sobre apoyos**

Cálculo eléctrico de la línea aérea de baja tensión

Introducción

A continuación, se detallan los cálculos necesarios para justificar el dimensionamiento de las LABT de acuerdo a las prescripciones indicadas en la ITC-BT-06 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. En este apartado se detalla y justifica el cálculo de los siguientes parámetros:

- Intensidades máximas admisibles para el cable.
 - En servicio permanente.
 - En cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Pérdidas de potencia.
- Caída de tensión de la línea.

Características eléctricas de los cables

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características de los cables que se detallan en el documento informativo **BNL001 Conductores de aluminio aislados cableados en haz para líneas aéreas de 0,6/1 kV de tensión nominal.**

Resistencia del cable

La resistencia de cable varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima en régimen permanente 90 °C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

- α Coeficiente de temperatura del aluminio, $\alpha = 0,00403 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, y del almelec $\alpha = 0,00360 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- θ Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90 °C. $R_{20^{\circ}\text{C}}$ Resistencia del cable a 20 °C.

Los valores de resistencia para los valores indicados a la temperatura estándar (20 °C) y máxima (90 °C) son:



Tabla 5. Resistencia de los conductores

Aislamiento cable	Sección nominal (mm ²)	Resistencia (*) máxima a 20 °C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90 °C (Ω/km)
RZ	25 Al	1,200	1,502
	50 Al	0,641	0,822
	95 Al	0,320	0,410
	150 Al	0,206	0,264
	54,6 Alm	0,63	0,789
	80 Alm	0,43	0,538

(*) Se desprecia el efecto pelicular o skin

Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño de la red. Las reactancias de los cables especificados para disposición las tres fases y neutro reunidos en haz.

Tabla 6. Reactancia de los conductores

Aislamiento cable	Sección nominal (mm ²)	Reactancia cable (Ω/km)
RZ	25	0,090
	50	0,087
	95	0,084
	150	0,080

Intensidad máxima admisible para el cable

Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima admisible del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según se establece en la ITC-BT-06, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la Tabla 7.

Tabla 7. Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θs	Cortocircuito θcc (t ≤ 5s)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-BT-06 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la Tabla 8.

- Temperatura ambiente: 40 °C
- LABT en régimen permanente
- 1 sólo cable instalado al aire libre

Tabla 8. Intensidades máximas admisibles en cables RZ, instalados al aire libre a temperatura ambiente 40 °C.

Número de cables por sección nominal mm ²	Intensidad máxima admisible, I, en A
4x25 Al	100
3x50 Al + 1x54,6 Alm	150
3x95 Al + 1x54,6 Alm	230
3x150 Al + 1x80 Alm	305

En el caso en que no se cumplan las condiciones descritas anteriormente, la intensidad admisible deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas. Las condiciones a considerar para la corrección del valor de la intensidad admisible son las siguientes:

- Instalación expuesta al sol
- Agrupación de varios cables
- Temperatura ambiente

Tras la aplicación de los diferentes factores correctores, debe cumplirse que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 6.

Factor de corrección por instalación expuesta al sol (Fcs)

En zonas en las que la radiación solar es muy fuerte, se deberá tener en cuenta el calentamiento de la superficie de los cables con relación a la temperatura ambiente, por lo que en estos casos se aplica un factor de corrección 0,9 o inferior.

Factores de corrección por agrupación de varios cables (Fca)

En la tabla 9 figuran los factores de corrección de la intensidad máxima admisible, en caso de agrupación de varios cables en haz al aire. Estos factores se aplican a cables separados entre sí, una distancia comprendida entre un diámetro y un cuarto de diámetro en tendidos horizontales con cables en el mismo plano vertical.

Para otras separaciones o agrupaciones consultar la norma UNE 21144 -2-2



Tabla 9. Factores de corrección para para agrupación de cables aislador en haz, instalados al aire

Número de cables	1	2	3	más de 3
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75

A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del cable de fase.

Factores de corrección en función de la temperatura ambiente (Fct)

En la tabla 10 se indican los factores de corrección de la Intensidad admisible para temperaturas ambiente distintas de 40 °C

Tabla 10. Factor de corrección, Fct, para temperatura ambiente distinta a 40 °C

Temperatura (°C)	20	25	30	35	40	45	50
Factor de corrección	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90

En base a los factores expuestos, la intensidad admisible permanente del cable se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fcs \cdot Fca \cdot Fct$$

Donde:

- I_{adm} Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A
- I Intensidad del cable sin coeficientes de corrección, en A
- Fcs Factor de corrección debido a instalación expuesta al sol
- Fca Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos
- Fct Factor de corrección debido a la temperatura ambiente

Intensidades máximas admisibles para el cable en cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe superar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor

$$I^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3 Adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

$$I_{cc3 Adm} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

S

$$I_{cc3 Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

$\sqrt{t_{cc}}$



Donde:

- **Icc3 Adm.** Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.
- **S** Sección del conductor, en mm².
- **K** Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE. K=94 A/ mm² suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90 °C y máxima durante el cortocircuito de 250 °C.
- **Tcc** Duración del cortocircuito, en segundos

Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en la presente especificación se detallan en la tabla 11

Tabla 11. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de aluminio de secciones normalizadas, en kA

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
25	7,43	5,25	4,29	3,32	2,35	1,92	1,66	1,49	1,36	1,1
50	14,9	10,5	8,6	6,6	4,7	3,8	3,3	3,0	2,7	2,1
95	28,2	20,0	16,3	12,6	8,9	7,3	6,3	5,6	5,2	4,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1	6,3

Con carácter general el valor de la intensidad de cortocircuito para el cálculo de las LABT será 20 kA. En puntos alejados del centro de transformación que alimenta las LABT esta intensidad disminuye y el proyectista podrá justificar intensidades inferiores.

En cualquier caso, los dispositivos de protección colocados en las LABT aseguran que, en el tiempo actuación de la protección, la intensidad de cortocircuito del cable es inferior a los valores máximos indicados en la tabla 11.

Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:
En valor absoluto

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

En valor porcentual

$$P(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

Donde:

- **P_p** Potencia perdida, en W.
- **P** Potencia a transportar, en kW.
- **L** longitud de la línea, en km.
- **U** Tensión nominal de la línea, en kV.
- **R₉₀** Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km.
- **cos φ** Factor de potencia de la instalación

Calculando la P a transportar con la expresión:

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

Siendo:

- **P** Potencia a transportar por el cable en kW.
- **U** Tensión de línea en kV.
- **I** Intensidad de la línea en A.
- **cos φ** Factor de potencia de la instalación

1.1 Caída de tensión

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo (L) proyectado mediante la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi)$$

En valor porcentual:

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi)$$

Donde:

- **U_c** Caída de tensión, en V.
- **P** Potencia a transportar, en kW.
- **L** Longitud de la línea, en km.
- **U** Tensión nominal de la línea, en kV.
- **R₉₀** Resistencia de la línea a 90 °C, en Ω/km.
- **X** Reactancia de la línea, en Ω/km.
- **tg φ** Tangente del ángulo definido por el factor de potencia

Protecciones

Como ya se ha indicado anteriormente, las LABT se protegerán contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles tipo “gG” de alto poder de ruptura, o interruptores automáticos, a disponer en el cuadro de baja tensión del centro de transformación (o en cajas de derivación intermedias).

Con carácter general para una salida BT determinada el calibre del elemento de protección vendrá determinado por:

La intensidad nominal del cable.

La respuesta térmica del cable.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



Potencia del transformador.

En caso de protección con fusibles, en la tabla 12 se indica el calibre máximo de los fusibles a instalar para una protección adecuada de la LABT.

Tabla 12. Calibre fusibles protección tipo gG

Sección del conductor (mm ²)	Calibre fusible ¹¹ If = 1,6 In If < 1,45 Iz
50	125
95	200
150	250

- If: Intensidad de fusión del fusible
- In: Intensidad asignada del fusible (calibre) Iz: Intensidad máxima admisible del cable
- Longitud máxima de la LABT protegida por fusibles

Los cálculos se han realizado para un calentamiento adiabático de los cables, teniendo en cuenta su impedancia de fase y neutro a la temperatura máxima posible durante el cortocircuito, la resistencia y la reactancia de cortocircuito del transformador, un factor de tensión de 0.95 según UNE 60909-0 y despreciando la impedancia de cortocircuito de la red aguas arriba del transformador de distribución del CT. Para el cálculo de la temperatura final del cable se ha considerado una temperatura previa al cortocircuito de 90° para la fase y 70° para el neutro

En caso de protección con fusibles, en la tabla se indica el calibre máximo de los fusibles a instalar para una protección adecuada de la LABT en CGP a instalar en el nuevo apoyo 1, Se utilizarán fusibles de 100A.

Tabla 13. Longitud máxima protegida (metros)

Potencia Trafo (kVA)	Cable aéreo, tipo RZ unipolar, de Al (f/n)					
	3x50Al/54,6Alm		3x95 Al/54,6Alm		3x150 Al/80Alm	
	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)
50	80(1)	250	80(1)	318	80(1)	474
100	80(2)	287	80(2)	366	80(2)	548
	100(2)	203	100(2)	258	100(2)	386
	125(1)	159	125(2)	202	125(2)	302
	160(3)	108	160(1)	142	160(1)	211
160	80(2)	298	80(2)	381	80(2)	572
	100(2)	215	100(2)	274	100(2)	411
	125(1)	171	125(2)	218	125(2)	327
	160(3)	120	160(2)	159	160(2)	238
	200(3)	83	200(1)	115	200(2)	172
	250(3)	53	250(3)	76	250(1)	121
	250(3)	59	250(3)	85	250(1)	136
250	80(2)	304	80(2)	388	80(2)	585
	100(2)	220	100(2)	282	100(2)	423
	125(1)	177	125(2)	226	125(2)	340
	160(3)	126	160(2)	167	160(2)	251
	200(3)	89	200(1)	124	200(2)	186
	250(3)	59	250(3)	85	250(1)	136
	250(3)	59	250(3)	85	250(1)	136



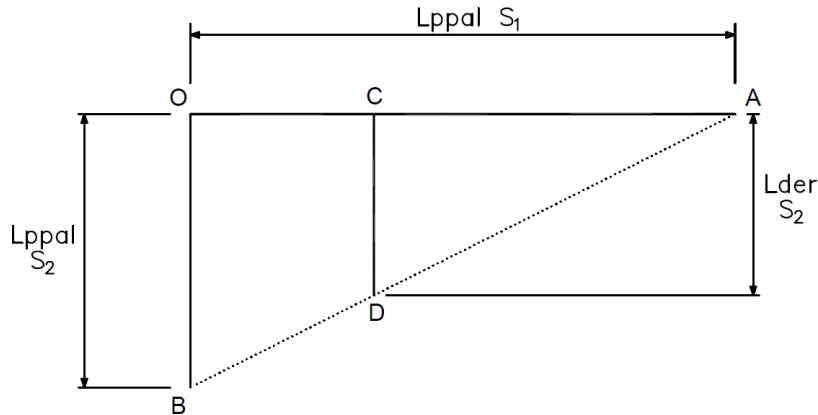
Longitud máxima de las derivaciones

Con carácter general las derivaciones de las LABT son conexiones rígidas, es decir, sin dispositivos de protección en el punto de derivación.

En este caso si se realizan con secciones de cables inferiores al de la línea principal, eventuales cortocircuitos producidos en dicha derivación deben protegerse con los dispositivos de protección instalados en el origen de la línea principal.

La longitud máxima de la derivación que puede protegerse contra cortocircuitos, por el mismo dispositivo de protección que protege la línea, se determina por el siguiente esquema:

Figura 1. Longitud máxima de derivaciones



- $L_{ppal}(S_1) = OA$, longitud máxima de una línea principal, de sección S_1 , protegida contra cortocircuitos por un dispositivo de protección instalado en cabecera (O).
- $L_{ppal}(S_2) = OB$, longitud máxima de una línea principal, de sección S_2 , protegida contra cortocircuitos por el mismo fusible instalado en O.
- $L_{der}(S_2) = CD$, longitud máxima de la derivación, de sección S_2 , protegida contra cortocircuitos por el fusible instalado en cabecera (O).

La longitud máxima de una derivación de sección S_2 (L_{der}), con origen en el punto C de la línea principal de sección S_1 , para asegurar una correcta protección frente a cortocircuitos viene dada por la siguiente expresión:

$$L_{der}(S_2) = \overline{CD} = \frac{\overline{CA} \cdot \overline{OB}}{\overline{OA}} = \frac{(\overline{OA} - \overline{OC}) \cdot \overline{OB}}{\overline{OA}}$$

Siendo OC la distancia entre el punto de conexión de la derivación con la línea principal y origen de la misma donde están ubicados los dispositivos de protección (centro de transformación).

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS MECANICOS

Cálculo mecánico y el dimensionamiento de los distintos elementos que componen la línea eléctrica.

Cálculo mecánico de los cables aislados reunidos en haz.

Los criterios de cálculo mecánico de las líneas de cables aislados reunidos en haz (en adelante cables) se establecen en base a lo especificado en el apartado 2 de la ITC-BT-06. Estos criterios aplican fundamentalmente a las LABT tensadas sobre apoyos, aunque también son aplicables en los cruces aéreos de las redes posadas sobre fachadas.

Las tensiones mecánicas y las flechas con que debe tenderse el cable dependen de la longitud del vano y de la temperatura del cable en el momento del tendido, de forma que al variar ésta, la tensión del cable en las condiciones más desfavorables no sobrepase los límites establecidos. En el cálculo mecánico de los cables se aplicarán los criterios de diseño indicados en los siguientes apartados.

Cargas permanentes

Serán las originadas por las cargas verticales gravitatorias de los cables eléctricos, elementos de amarre y herrajes.

A efectos de cálculo, también se considerarán cargas permanentes, aquellas que se mantienen indistintamente de la hipótesis del reglamento que se contemple, como por ejemplo los desequilibrios permanentes.

Los pesos de los cables y elementos de fijación de las líneas objeto del presente documento tomarán como referencia los documentos informativos BNL001 para los cables y BNL002 para los elementos de amarre.

Sobrecarga de viento

Teniendo en cuenta un viento de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, se considerarán las sobrecargas debidas a la presión del viento siguientes:

- Sobre cables: 50 daN/m²
- Sobre superficies planas: 100 daN/m²
- Sobre superficies cilíndricas: 70 daN/m²

La acción del viento sobre los cables no se tendrá en cuenta en aquellos lugares en los que, por la configuración del terreno o la disposición de las edificaciones, actúe el sentido longitudinal de la línea. En caso de que se prevea un viento excepcional y superior a 120 km/h, su valor V_v será fijado por el proyectista en función del histórico de velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea.



Sobrecarga de hielo

Las sobrecargas de hielo a considerar para el cálculo de cables eléctricos en función de la zona en que se proyecten serán las siguientes:

- Zona A: Altitud inferior a 500 m
 - No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.
- Zona B: Altitud comprendida entre 500 y 1.000 m
 - Se considerarán sometidos los cables eléctricos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor, $Ph = 60 \cdot \sqrt{d}$ gr/m, siendo “d” el diámetro del cable en haz.
- Zona C: Altitud superior a 1.000 m
 - Se considerarán sometidos los cables eléctricos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor, $Ph = 120 \cdot \sqrt{d}$ gr/m, siendo “d” el diámetro del cable en haz.

Nota: A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del cable de fase

- **La instalación objeto del estudio se le aplicaran los condicionantes de zona B**

Hipótesis de tracciones máximas

Las hipótesis de sobrecarga que deberán considerarse para el cálculo de la tracción máxima en los cables eléctricos serán las definidas en el apartado 2.2.1 de la ITC-BT-06, según la zona por la que discurra la línea, y que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 14. Resumen hipótesis de tracciones máximas

ZONA A, altitud inferior a 500 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de viento	Sobrecarga de hielo
Peso propio + viento	15	50 daN/m ²	No se aplica
Peso propio + 1/3 viento	0	50/3 daN/m ²	No se aplica
ZONAS B y C, altitud igual o superior a 500 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de viento	Sobrecarga de hielo
Peso propio + viento	15	50 daN/m ²	No se aplica
Peso propio + hielo	0	No se aplica	60·√d gr/m Zona B 120·√d gr/m Zona C

De acuerdo a la lo indicado en la ITC-BT-07 la tracción máxima admisible de los cables eléctricos no resultará superior a su carga de rotura mínima, dividida por 2,5, considerándolos sometidos a la hipótesis de

sobrecarga de la tabla 14 en función de que la zona sea A, B o C. Para las LABT objeto de la presente especificación se fijan las tensiones máximas indicadas en las tablas 15 y 16.

Tabla 15. Tracción máxima aplicable a los cables

Denominación cable	Máxima tracción horizontal admisible (daN)	
	Tense reducido	Tense normal
RZ 0,6/1 kV 4x25 Al	120	-
RZ 0,6/1 kV 50 Al	315	500
RZ 0,6/1 kV 95 Al	315	500
RZ 0,6/1 kV 150 Al	500	630

Hipótesis de flechas máximas

De acuerdo con el apartado 2.2.2 de la ITC-BT-06, se adoptará como flecha máxima de los cables el mayor valor resultante de la comparación entre las dos hipótesis correspondientes a la zona climatológica que se considere, y a una tercera hipótesis de temperatura (válida para las tres zonas), consistente en considerar los cables sometidos a la acción de su propio peso y a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y las de servicio de la red. Esta temperatura no será inferior a 50°C.

Determinación de la tracción en los cables eléctricos.

Para el cálculo de las flechas y tensiones de los cables eléctricos, a partir de unas condiciones iniciales preestablecidas, se utiliza la ecuación de cambio de condiciones en su forma exacta:

$$\frac{2 \cdot T_2}{p_2} \cdot \sinh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} = \frac{2 \cdot T_1}{p_1} \cdot \sinh \frac{a \cdot p_1}{2 \cdot T_1} \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_1 - T_2}{E \cdot S} \right]$$

Donde:

- E Módulo de elasticidad en daN/mm².
- α Coeficiente de dilatación lineal en °C⁻¹.
- S Sección del cable neutro-fiador o del cable ADSS en mm².
- a Vano en m.
- T₁, T₂ Tenses en daN en los estados inicial y final.
- p₁, p₂ Peso del cable en los estados inicial y final en daN/m.
- θ_1 , θ_2 Temperaturas del cable neutro-fiador en los estados inicial y final en °C.

Para condiciones de viento o de hielo será necesario tener en cuenta, para la resolución de la ecuación de cambio de condiciones, la sobrecarga de viento en función de su velocidad y el peso del manguito de hielo en función de la zona y el diámetro del cable.

Determinación de las flechas

Conocido el valor de T2, se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{T_2}{p_2} \cdot \left(\cosh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} - 1 \right)$$

Siendo:

- f Máxima flecha del haz de cables.
- a Vano en m.
- T2 Tense en daN en el estado final.
- p2 Peso del haz de cables en el estado final en daN/m

1.2 Cálculo de apoyos

Para el cálculo mecánico de los apoyos se tendrán en cuenta las hipótesis indicadas en la siguiente tabla, según la función del apoyo y de la zona.

Tabla 17. Hipótesis para el cálculo mecánico de los apoyos

Función del apoyo	Zona A		Zonas B y C		
	Hipótesis de viento a la temperatura de 15 °C	Hipótesis de temperatura a 0 °C con 1/3 de viento	Hipótesis de viento a la temperatura de 15 °C	Hipótesis de hielo según zona y temperatura de 0 °C	
Alineación	Cargas permanentes	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones	Cargas permanentes	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones	
Ángulo	Cargas permanentes. Resultante de ángulo.				
1. 2. Estrellamiento	3. Cargas permanentes. 2/3 resultante	4. Cargas permanentes. Total resultante	5. Cargas permanentes. 2/3 resultante	6. Cargas permanentes. Total resultante	
7. Fin de línea	8. Cargas permanentes. Tracción total de cables.				

Cuando los vanos sean inferiores a 15 m, las cargas permanentes tienen muy poca influencia, por lo que en general se puede prescindir de las mismas en el cálculo.

El coeficiente de seguridad será distinto en función del material de los apoyos según la siguiente tabla.

Tabla 18. Coeficiente de seguridad en función del material de los apoyos

Coeficiente de seguridad	
Material del apoyo	Coeficiente
Metálico	1,5 (sobre límite elástico)
Hormigón armado vibrado	2,5 (sobre carga de rotura)
Apoyos de poliéster reforzado con fibra de vidrio	2,5 (sobre límite elástico)

NOTA: En el caso de apoyos metálicos o de hormigón armado vibrado cuya resistencia mecánica se haya comprobado mediante ensayos en verdadera magnitud, los coeficientes de seguridad podrán reducirse a 1,45 y 2 respectivamente.

De acuerdo a las distintas hipótesis de cálculo para las distintas funciones de los apoyos tenemos:

Apoyos de alineación

En condiciones normales de instalación, las cargas permanentes y el desequilibrio de tracciones tienen muy poca influencia, por lo que se ha considerado únicamente una sobrecarga debida a la presión del viento sobre el haz de 50 daN/m²

$$F = P_V \left(\frac{a_{ant} + a_{pos}}{2} \right)$$

Siendo:

- F Esfuerzo aplicado al apoyo (viento sobre los cables de los semivanos considerados), en daN.
- P_V Sobrecarga unitaria por viento, en daN/m.
- a_{ant} Longitud del vano anterior, en m.
- a_{pos} Longitud del vano posterior, en m.

Apoyos de ángulo

Se ha considerado la más desfavorable de las hipótesis reglamentarias y una sobrecarga de viento de 50 daN/m² aplicada a la semisuma de vanos contiguos

$$F = 2T \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + P_V \left(\frac{a_{ant} + a_{pos}}{2} \right) \cdot \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

Siendo:

- F Esfuerzo aplicado al apoyo, en daN.
- T Tensión máxima aplicada de los cables en la hipótesis considerada, en daN.
- Pv Esfuerzo del viento sobre los cables de los semivanos considerados, en daN/m.
- α Ángulo de desviación de la traza.
- aant Longitud del vano anterior, en m.
- apos Longitud del vano posterior, en m.

Apoyos de fin de línea

El esfuerzo útil de los apoyos fin de línea deberá ser superior a las acciones originadas en la hipótesis más desfavorable.

En los apoyos de sección rectangular, con objeto de asegurar el correcto dimensionamiento de los apoyos se verificará la siguiente expresión:

$$\frac{F_L}{F_{nominal}} + \frac{F_T}{F_{secundario}} \leq 1$$

Siendo:

- FL Esfuerzo longitudinal, en daN.
- FT Esfuerzo transversal del viento, en daN.
- Fnominal Esfuerzo nominal aplicado al apoyo (lado principal), en daN.
- Fsecundario Esfuerzo secundario aplicado al apoyo (lado secundario), en daN.

Apoyos en estrellamiento

Para determinar la carga nominal sobre los apoyos en estrellamiento sometidos a acciones simultáneas en direcciones y sentidos diferentes, se identificarán y calcularán dichas magnitudes y se procederá a calcular su resultante, analítica o gráficamente, mediante la suma vectorial de todas ellas (Ft).

Se recomienda adoptar el cálculo gráfico por su extrema sencillez.

Adicionalmente, se determinará la acción dinámica del viento sobre todos los vanos de viento de los cables que atacan al apoyo, en una dirección perpendicular a dicha resultante.

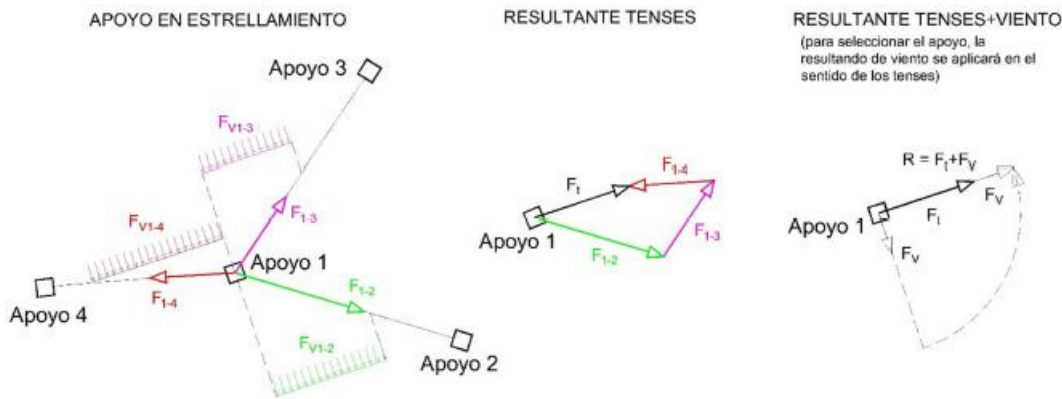
Para obtener la resultante de tenses y viento con la que se seleccionará el apoyo adecuado, se procederá de la siguiente manera:

Se obtendrá la resultante total de viento (Fv) como la suma de las acciones sobre cada vano de viento. Dicha resultante, de acuerdo con lo descrito anteriormente, será perpendicular a la resultante de los tenses. Posteriormente, el módulo de esta resultante de viento se orientará en el sentido de la resultante de los tenses y se sumará a ella

Siendo:

- $F_v = F_{v1-2} + F_{v1-3} + F_{v1-4}$, resultante total de viento, en daN.
- $R = F_t + F_v$

El apoyo se orientará en la dirección de la resultante



Cálculo de cimentaciones y empotramientos

Cimentación monobloque

Las cimentaciones de todos los apoyos estarán constituidas por monobloques de hormigón que verifiquen un coeficiente de seguridad entre el momento resistente y el momento de vuelco, calculados con el método de Sulzberger, no inferior a 1,5.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \left(h + \frac{2}{3} t \right) + F_v \left(h_r + \frac{2}{3} t \right)$$

Y el momento resistente:

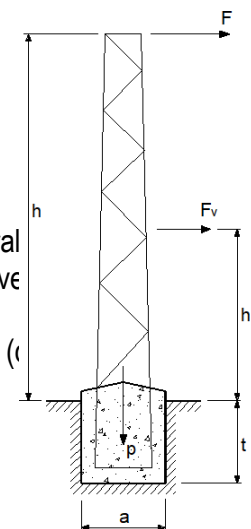
$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

- $M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$ Momento debido al empotramiento lateral
- $M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0.4 \cdot p \cdot a$ Momento debido a las cargas ve

Siendo:

- K Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad (c
- F Carga nominal máxima del apoyo, en daN
- h Altura de aplicación de la carga nominal máxima, en m.
- FV Acción del viento sobre del apoyo, en daN.



- ht Punto de aplicación de la acción del viento sobre el apoyo. A efectos de cálculo se considera $ht=h^2$
- a Anchura de la cimentación, en m.
- t Profundidad de la cimentación, en m.
- p Peso del apoyo, cables y herrajes, en daN

De acuerdo a lo anterior debe verificarse $Mr \geq 1,5$.

$$Mv$$

En los correspondientes planos se indican las dimensiones y volúmenes aproximados de excavación de los apoyos, calculadas para 3 tipos de terreno diferentes con coeficientes de compresibilidad de 8, 12 y 16 daN/cm²xcm

Empotramiento directo de apoyos de poliéster reforzado con fibra de vidrio

Excepcionalmente, los apoyos de poliéster reforzado con fibra vidrio, de esfuerzo nominal hasta 250 daN, podrán instalarse directamente empotrados en el terreno siempre que la consistencia del terreno lo permita.

Con carácter general se considera que la consistencia del terreno es adecuada para el empotramiento directo cuando el coeficiente de compresibilidad del terreno sea superior a 8 daN/cm²xcm.

En cualquier caso, la zona empotrada del apoyo será tal que verifique

$$t = \frac{h_t}{10} + 0'5$$

Siendo:

- ht Altura total del apoyo en m.
- t Zona empotrada del apoyo



CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEAS B.T. MEDIANTE SOFTWARE DE CÁLCULO

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

- ❖ Sistema Trifásico
 - $I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi = \text{amp (A)}$
 - $e = 1.732 \times I [(L \times \text{Cos}\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$
- ❖ Sistema Monofásico:
 - $I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi = \text{amp (A)}$
 - $e = 2 \times I [(L \times \text{Cos}\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$
- ❖ En donde:
 - Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
 - L = Longitud de Cálculo en metros.
 - e = Caída de tensión en Voltios.
 - K = Conductividad.
 - I = Intensidad en Amperios.
 - U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
 - S = Sección del conductor en mm².
 - Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.
 - n = N^o de conductores por fase.
 - Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

- $K = 1/\rho$
 - $= \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$
- $T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$

Siendo,

- ❖ K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
 - = Resistividad del conductor a la temperatura T.
- ❖ ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.
 - Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m
 - Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m
 - = Coeficiente de temperatura:
 - Cu = 0.003929
 - Al = 0.004032
- ❖ T = Temperatura del conductor (°C).
- ❖ T₀ = Temperatura ambiente (°C):
 - Cables enterrados = 25°C
 - Cables al aire = 40°C
- ❖ T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
 - XLPE, EPR = 90°C
 - PVC = 70°C
- ❖ I = Intensidad prevista por el conductor (A).
- ❖ I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- $I_2 \leq 1,45 I_z$

Donde:

- ❖ Ib: intensidad utilizada en el circuito.
- ❖ Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.
- ❖ In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.
- ❖ I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:
- ❖ a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- ❖ a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas Cortocircuito

- $I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL)$
- $I_{k2} = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$
- $I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (2/3 \cdot ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } ZPE))$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt: $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

- ❖ Ik3: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).
- ❖ Ik2: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).
- ❖ Ik1: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).
- ❖ ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según Ikmax o Ikmin), UNE_EN 60909.
- ❖ U: Tensión F-F.
- ❖ ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.
 - $ZQ = ct U^2 / S_{cc}$ $XQ = 0.995 ZQ$ $RQ = 0.1 XQ$ UNE_EN 60909
- ❖ ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.
 - $ZT = (ucc\%/100) (U^2 / S_n)$ $RT = (urcc\%/100) (U^2 / S_n)$ $XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$
- ❖ ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.
- ❖ $R = \rho L / S \cdot n$
- ❖ $X = X_u \cdot L / n$
- ❖ R: Resistencia de la línea.
- ❖ X: Reactancia de la línea.
- ❖ L: Longitud de la línea en m.
- ❖ ρ: Resistividad conductor, (Ikmax se evalúa a 20°C, Ikmin a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).
- ❖ S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



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

Nuevo CD-PASO A/S-PASO A/S FIN-CGPM 1 = 1,423 kW
 Nuevo CD-PASO A/S-PASO A/S FIN-CGPM 2 = 1,422 kW

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

Nuevo CD-PASO A/S-PASO A/S FIN-CGPM 1 = 3,02 %
 Nuevo CD-PASO A/S-PASO A/S FIN-CGPM 2 = 3,02 %

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
TRAMO SUB	Nuevo CD	PASO A/S	3,76773		2,88924	
TRAMO AER	PASO A/S	PASO A/S FIN	3,70739		0,48746	
ACOMETIDA 1	PASO A/S FIN	CGPM 1	1,55324		0,47595	
ACOMETIDA 2	PASO A/S FIN	CGPM 2	1,55324		0,47601	



CÁLCULOS MECÁNICO LÍNEAS B.T. MEDIANTE SOFTWARE DE CÁLCULO

Línea Baja Tensión 1

2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

- Tensión de la línea: 0,4 kV.
- Velocidad del viento: 120 km/h.
- Zonas: B.

CONDUCTOR.

- Denominación: 3x50 Al/54.6 Alm.
- Sección Fiador: 54.6 mm².
- Diámetro haz: 36 mm.
- Carga de Rotura Fiador: 1660 daN.
- Módulo de elasticidad: 6200 daN/mm².
- Coeficiente de dilatación lineal: 23 · 10⁻⁶.
- Peso propio: 0.75 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de viento: 1,95 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga con un tercio del viento: 0,96 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,11 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,47 daN/m.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

- dst = 4 m.

TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima			Hipótesis de Flecha Máxima							
					15°C+V Toh(daN)	0°C+V/3 Toh(daN)	0°C+H Toh(daN)	15°C+V		0°C+V/3		0°C+H		50°C	
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	
1-2	3x50 Al/54.6 Alm	22,58	-0,14	22,58	476,6		507,3	476,6	0,26			507,3	0,14	192,6	0,25
2-3	3x50 Al/54.6 Alm	56,85	2,27	56,85	501,9		361,4	501,9	1,57			361,4	1,24	197,7	1,54
3-4	3x50 Al/54.6 Alm	48,8	-1,57	48,8	503,5		389,7	503,5	1,15			389,7	0,85	200	1,12
4-5	3x50 Al/54.6 Alm	54,92	-1,79	54,92	502,7		367,7	502,7	1,46			367,7	1,14	198,4	1,43

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Flecha Mínima		Hipót. de Cálculo de Apoyos			Desviación horizontal viento (m)
					15°C F(m)	0°C F(m)	15°C+V Th(daN)	0°C+V/3 Th(daN)	0°C+H Th(daN)	
1-2	3x50 Al/54.6 Alm	22,58	-0,14	22,58	0,12	0,1	476,6		507,3	
2-3	3x50 Al/54.6 Alm	56,85	2,27	56,85	1,24	1,11	501,9		361,4	
3-4	3x50 Al/54.6 Alm	48,8	-1,57	48,8	0,84	0,72	503,5		389,7	

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida

PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

4-5	3x50 Al/54.6 Alm	54,92	-1,79	54,92	1,14	1	502,7		367,7	
-----	------------------	-------	-------	-------	------	---	-------	--	-------	--

TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)
1-2	3x50 Al/54.6 Alm	22,58	-0,14	22,58	489,6	0,1	453,6	0,11	418,1	0,11	383,5	0,12	350,2	0,14	318,2	0,15
2-3	3x50 Al/54.6 Alm	56,85	2,27	56,85	273,8	1,11	263,2	1,15	253,3	1,2	244,3	1,24	236,1	1,29	228,4	1,33
3-4	3x50 Al/54.6 Alm	48,8	-1,57	48,8	311,7	0,72	295,2	0,76	280,1	0,8	266,5	0,84	254,1	0,88	242,8	0,92
4-5	3x50 Al/54.6 Alm	54,92	-1,79	54,92	281,8	1	269,9	1,05	259	1,09	249,1	1,14	240	1,18	231,6	1,22

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)
1-2	3x50 Al/54.6 Alm	22,58	-0,14	22,58	288	0,17	260,1	0,18	234,7	0,2	212,2	0,23	192,6	0,25
2-3	3x50 Al/54.6 Alm	56,85	2,27	56,85	221,3	1,37	214,8	1,41	208,7	1,45	203	1,49	197,7	1,54
3-4	3x50 Al/54.6 Alm	48,8	-1,57	48,8	232,6	0,96	223,3	1	214,8	1,04	207,1	1,08	200	1,12
4-5	3x50 Al/54.6 Alm	54,92	-1,79	54,92	223,9	1,26	216,7	1,31	210,2	1,35	204,1	1,39	198,4	1,43

CALCULO DE APOYOS.

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) 15°C+V			Hipótesis 2ª (Viento/3) 0°C+V/3			Hipótesis 3ª (Hielo) 0°C+H		
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)
1	Fin Línea		9,6	20,3	476,6				15,7		507,3
2	Angulo	46°; apo.3	21	731	18,3				26,5	603,2	105
3	Alineación		53,7	88	1,5				85,8	5,6	28,2
4	Angulo	57,1°; apo.5	39,1	625,5	0,7				57,1	411,7	18,4
5	Fin Línea		14,3	49,5	502,7				18,5		367,7

APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coef. Secur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Horm. vib.	N		11	800 (L)	400 (T)		
2	Angulo	Horm. vib.	N	92°	9	1.000 (T)	500 (L)		
3	Alineación	Horm. vib.	N		11	630 (T)	360 (L)		
4	Angulo	Horm. vib.	N	114,1°	11	800 (T)	400 (L)		
5	Fin Línea	Horm. vib.	N		13	800 (L)	400 (T)		

CALCULO 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)	Coef. Comp. (daN/m³)	Ancho Cimen. (m)	Alto Cimen. (m)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)
1	Fin Línea	800 (L)	9,3	7.440	276,8	4,14	1.146,4	8.586,4	10	0,68	1,95	14.313,91
2	Angulo	1.000 (T)	7,3	7.300	242,1	3,37	815,6	8.115,6	10	0,64	1,95	13.468,85
3	Alineación	630 (T)	9,4	5.922	280,8	4,18	1.174,3	7.096,3	10	0,69	1,85	11.881,83
4	Angulo	800 (T)	9,3	7.440	276,8	4,14	1.146,4	8.586,4	10	0,68	1,95	14.313,91
5	Fin Línea	800 (L)	11,2	8.960	355,7	4,91	1.746,1	10.706,1	10	0,69	2,05	17.700,44

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025. EXPEDIENTE nº 102252. CSV: CGSW088-WKGG-0W4-SOSO-8K0017-9KSSEM
 Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. 0°C (daN)
1	Fin Línea	11,5
2	Angulo	15,8
3	Alineación	60,7
4	Angulo	38,1
5	Fin Línea	11,4

FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima		
					15°C+V F(m)	0°C+V/3 F(m)	0°C+H F(m)
1-2	3x50 Al/54.6 Alm	22,58	-0,14	22,58	0,26		0,14
2-3	3x50 Al/54.6 Alm	56,85	2,27	56,85	1,57		1,24
3-4	3x50 Al/54.6 Alm	48,8	-1,57	48,8	1,15		0,85
4-5	3x50 Al/54.6 Alm	54,92	-1,79	54,92	1,46		1,14



ANEXO IV LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U



Iluminando la vida

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025. EXPEDIENTE nº 102252. CSV: COGSW088-WKGG-0W4-SOSO-8K0017-9KSSEM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.

OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior del centro de transformación objeto del presente proyecto con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

A los efectos del estudio de campos, el presente proyecto engloba centros de transformación prefabricado rural bajo poste con una distribución similar a la calculada con niveles de tensión en MT 15, 20, 25 y 30 kV y 0,4 kV en BT.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento del centro de transformación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

Dada la altura del apoyo, y la baja intensidad por la línea de llegada al CT la influencia de la distribución de la aparamenta situada en lo alto del apoyo sobre el campo magnético en la zona de cálculo, es muy pequeña y solo se realizará un único estudio de las posibles configuraciones:

- Apoyo con seccionador y fusibles “XS”.
- Apoyo con seccionador unipolar y fusibles “APR”.

NORMATIVA VIGENTE

El RD 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al RD 1066/2001.

El RD 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 las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 micro teslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, "Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia".

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

- Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".
- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
- Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements".

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS.

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

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

A modo de validación de la aplicación, se han calculado los ejemplos descritos en la norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma.

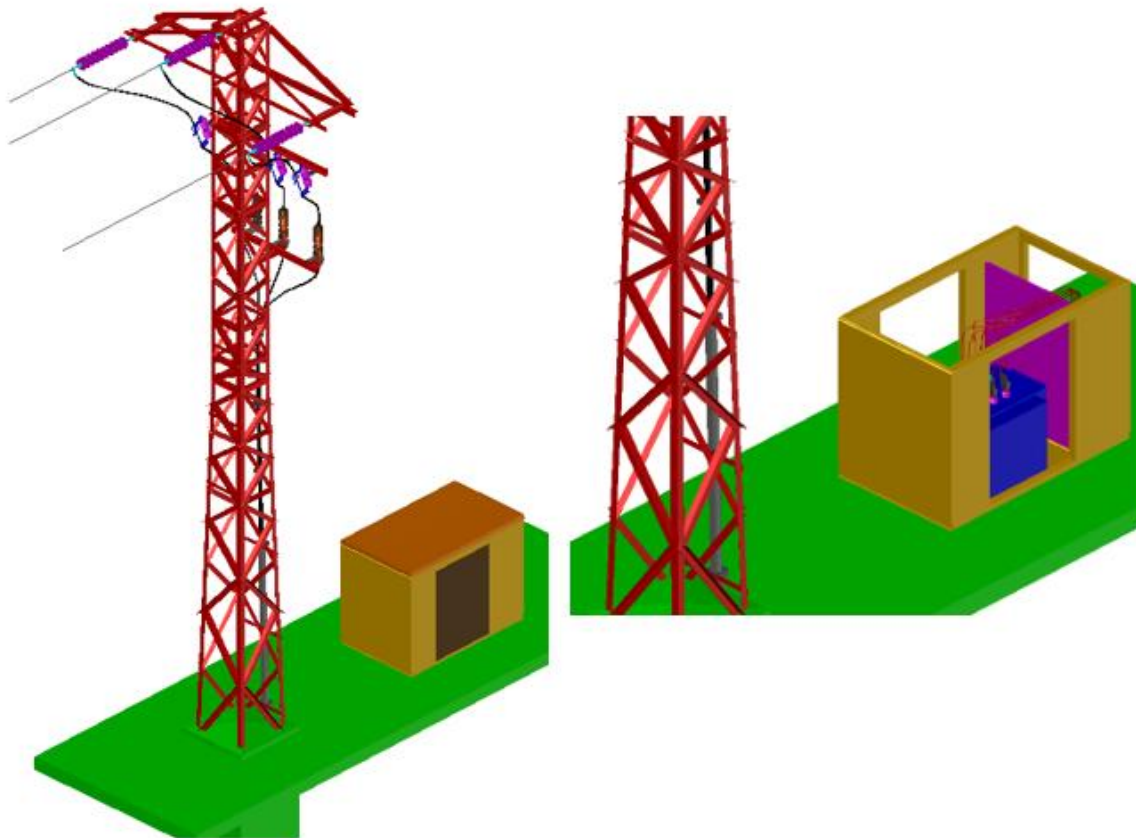
El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de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

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la instalación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo. En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las

corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

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

Figura 1. Vistas 3D del centro de transformación tipo prefabricado bajo poste 24 kV.



CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO.

El centro de transformación tipo en edificio con fachada estrecha calculado consta de 2 niveles de tensión, 15 y 0.4 kV, y una unidad de transformación de 1 MVA.
Nivel de 15 kV.

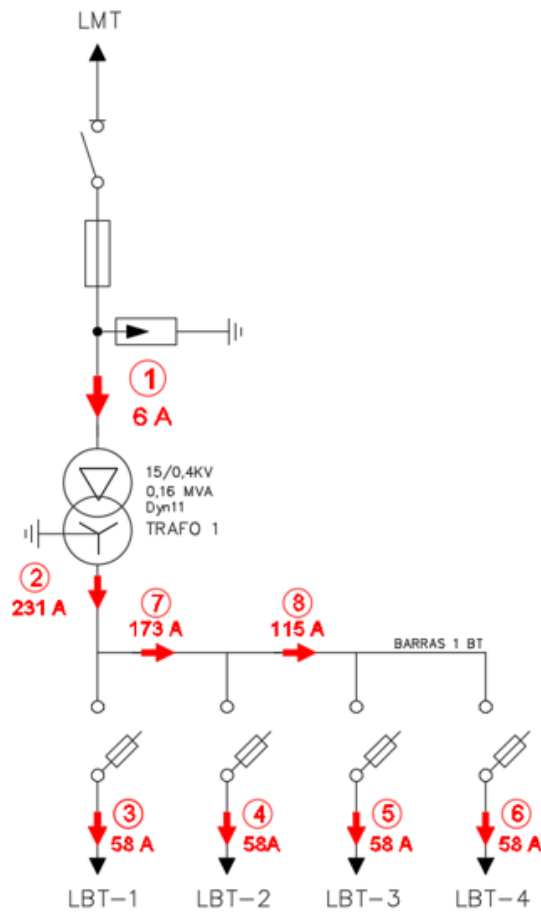
Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



- Tipo: Blindado
- Topología: Simple barra
- Posiciones de línea: 1
- Posiciones de transformador : 1
- Posiciones de barras: 0

Figura 2. Unifilar con intensidades consideradas



Nivel de 0.4 kV.

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

- Posiciones de transformador: 1
- Posiciones de barras: 1

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

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.

3. Los conductores de ambos niveles de tensión están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.

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

Tabla 1. Intensidades para el cálculo del campo magnético

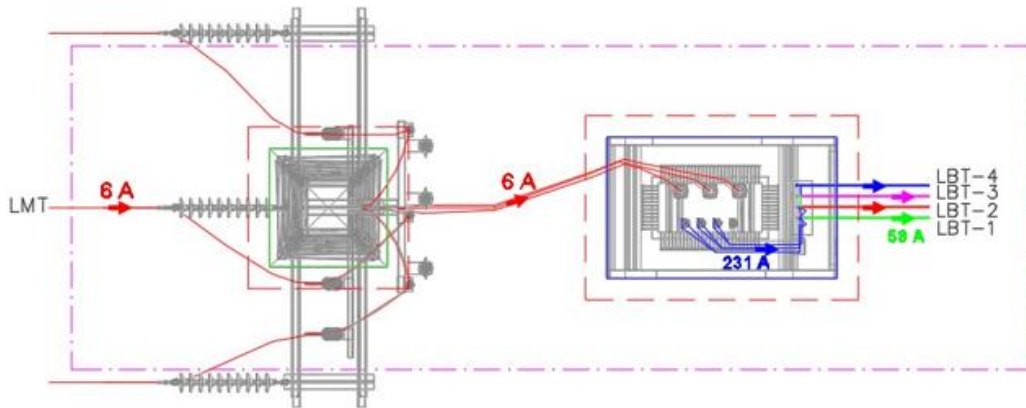
POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
Trafo 1 - Línea 1 15 kV	1	6(1)	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 0,4 kV	2	231(2)	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	3 - 6	58	30	Trifásica equilibrada.
B1 0,4 kV : Línea 1- Línea 2	3	58	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 2- Línea 3	7	115	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 3- Línea 4	6	58	30	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 160 KVA

El estado de carga considerado supone el transformador entregando su máxima potencia, suministrada por la única línea de MT existente.

En el lado de BT, el transformador alimenta a un embarrado del que parten cuatro líneas que se reparten equitativamente la potencia del transformador.

Figura 3. Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético.



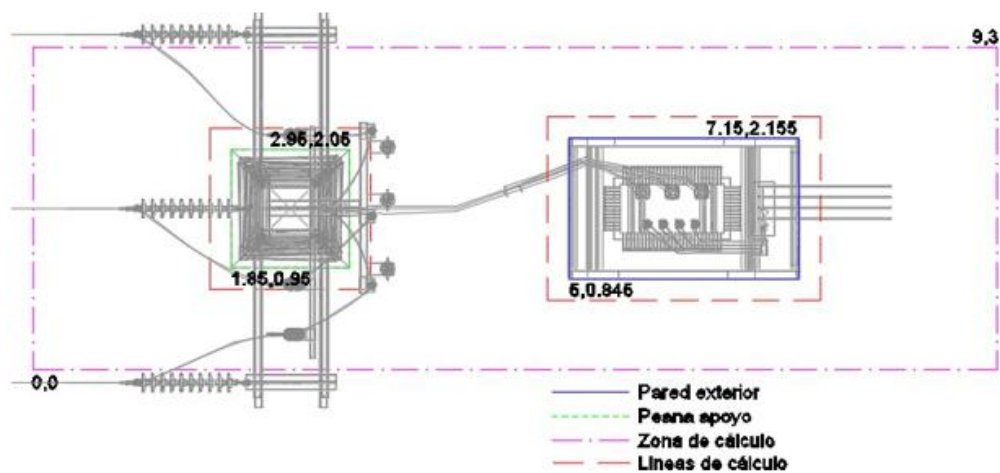
RESULTADOS

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máxima realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual del centro de transformación, al ser el transformador instalado de una potencia de 100kVa conectado a una tensión de mayor de 20kV, siendo menores las intensidades

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

Se han presentado los resultados del campo magnético en el exterior de la pared del centro de transformación, a una distancia de 0,2 m del mismo, según las líneas de cálculo de la figura 4.

Figura 4. Pared exterior y zonas límite del cálculo



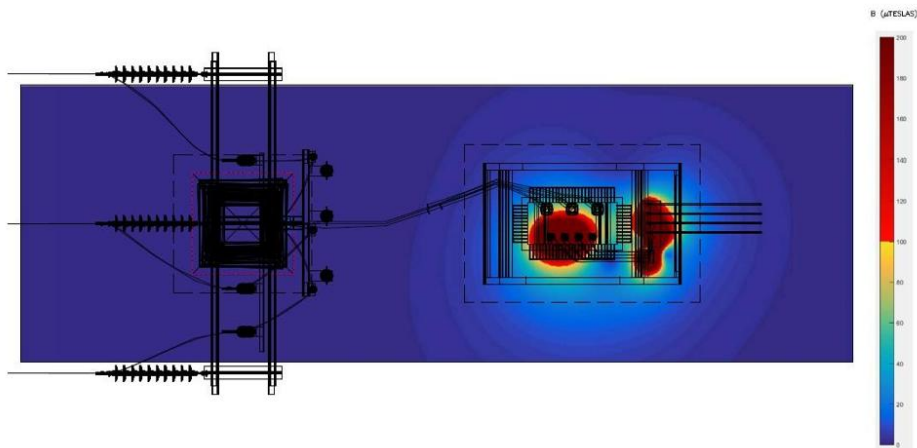
Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de cercana a la salida de BT del transformador, **siendo de 24,34 μ T**

CONCLUSIONES.

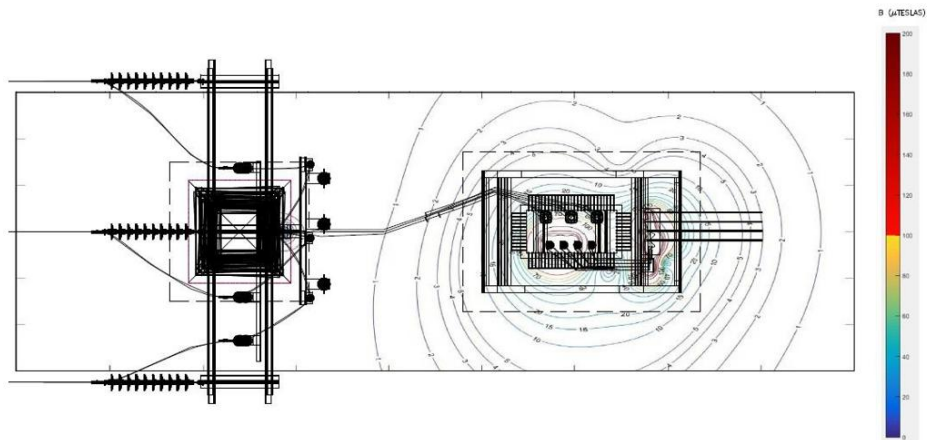
Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado debido a la actividad del centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado 24 kV un transformador, propiedad de EDE, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 μ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

MEDICIONES.

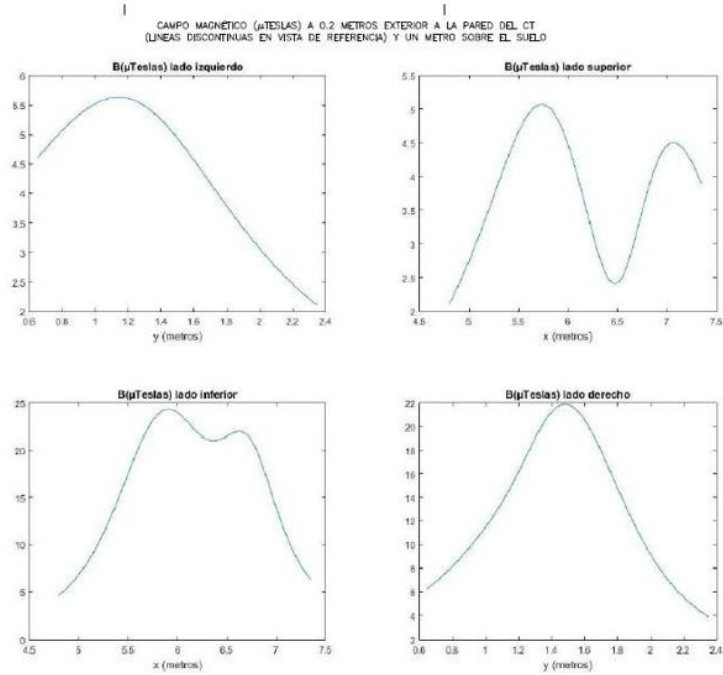
Campo magnético 1 m sobre el suelo del CT.



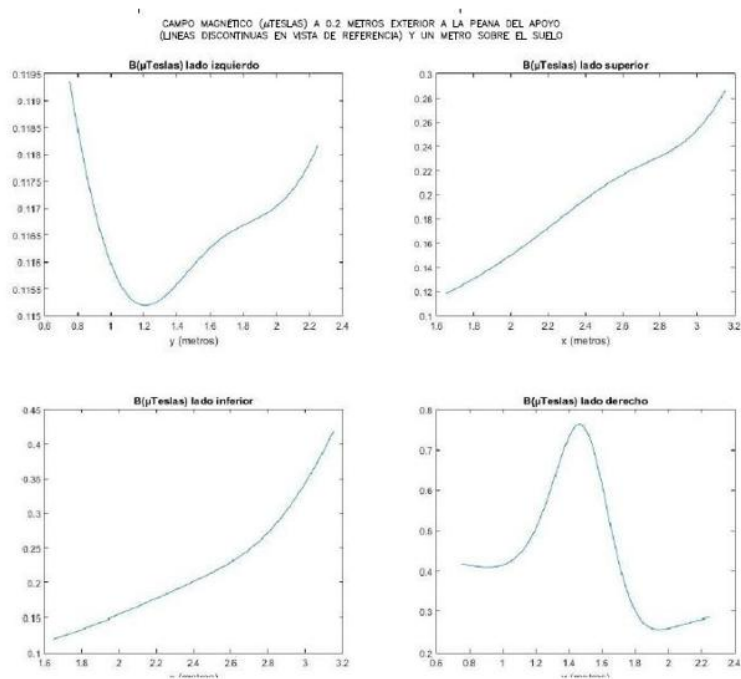
Campo magnético 1 m sobre el suelo del CT. Isolíneas.



Campo magnético exterior 1 m sobre el suelo del CT y 0,2 m de la pared.



Campo magnético exterior 1 m sobre el suelo y a 0,2 m de la peana del apoyo.



ANEXO V:

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

SEGÚN REAL DECRETO 105/2008.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U



Iluminando la vida

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSW088-WKGG-0W4-SOSO-8K0017-9KSSEM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor, la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

ANEXO V.

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN REAL DECRETO 105/2008. POR EL QUE SE REGULA LA PRODUCCION Y GESTION DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION.

Titulo	PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.
Titular y Peticionario	[REDACTED] [REDACTED] C.P: 04460. Fondón. Almería.
Emplazamiento	PARAJE BENZOAIQUE. POLÍGONO 11, PARCELA 323-324 C.P: 04460. Fondón. Almería.
Fase de Proyecto	CANALIZACIÓN Y CIMENTACIONES.

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El “Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición” se redacta como documento anexo al Proyecto “LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES” conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCDs), teniendo por objetivo fomentar, por este orden, la prevención, la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de los residuos generados durante la ejecución de las obras, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

En el Estudio se establecen las previsiones, las pautas y los objetivos que se deberán cumplir en relación con la gestión de los RCD durante la ejecución de la obra. El contratista redactará el Plan de gestión de residuos en el que concretará la manera de cumplir con los objetivos del Estudio en función de la planificación prevista y los recursos y proveedores destinados para la ejecución de la obra.

Quedan fuera del ámbito de este Estudio, entre otros, los residuos que están regulados por legislación específica, o cuando estén mezclados con otros RCDs, como los suelos contaminados y los elementos que contengan amianto. A estos les será de aplicación la legislación específica.

ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS CODIFICADOS CONFORME A LA LISTA EUROPEA DE RESIDUOS (DECISIÓN 2014/955/UE)

La estimación de las cantidades de residuos que previsiblemente van a ser generados durante la ejecución de las obras se realiza a partir de los datos publicados por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco IHOBE, por la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía, por la Agencia de Residuos de Cataluña ARC, por la Comunidad de Madrid y por la Asociación Española de Empresarios de Demolición AEDED.

Estas entidades ofrecen una estimación del volumen de residuo generado, para cada tipo residuo considerado, en función del tipo de actuación (t/m^2). Los valores adoptados vienen detallados en la **Tabla 2** y se complementan con el valor de la densidad aparente de los residuos considerados con la que se obtiene el volumen en metros cúbicos correspondiente a las toneladas generadas.

Los residuos se agrupan y clasifican en función de las características que condicionan el tipo de gestión al que se van a destinar y las operaciones a las que se van a someter, distinguiendo entre:

Terrenos

Procedentes de los excedentes no contaminados del desbroce del terreno, de la excavación y de los movimientos de tierra generados en el transcurso de las obras.

Pétreos

Los no contaminados, por su condición de residuos inertes, pueden destinarse a la elaboración de áridos reciclados, al relleno de zanjas y excavaciones o la restauración de canteras y minas.



No pétreos

Reúne un conjunto de residuos, asimilables a los residuos urbanos (papel, cartón, plástico, vidrio, metales, etc.), que se caracterizan por su alto índice de reciclabilidad, por lo que su gestión deberá dirigirse siempre en esta dirección.

Por el contrario, también comprenden los materiales a base de yeso, los que actualmente no tienen la posibilidad de ser valorizados, debiendo separarse adecuadamente del resto de residuos por su poder contaminante y los residuos mezclados que, por su fragmentación y mezcla, ofrecen un escaso potencial de valorización.

Peligrosos

Por su naturaleza peligrosa (inflamables, combustibles, tóxicos, nocivos, corrosivos, etc.) requieren de un tratamiento o gestión específicos. Son fácilmente identificables ya que los materiales y productos que los generan vienen identificados con pictogramas de riesgo en sus envases o embalajes.

Basuras

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de basuras (Residuos Sólidos Urbanos) y se gestionarán como tales según estipule la normativa municipal reguladora de dichos residuos en la ubicación de la obra.

Tabla

Posibles residuos peligros presentes en obras de nueva planta

1

Elemento	Tipo de residuos
Cimentación	Suelos contaminados, aerosoles de marcado vacíos Lodos bentoníticos de perforación
Estructura	Restos de limpieza de hormigonera conteniendo lechada de cemento Portland Restos de aditivos de hormigón y sus envases Restos de aceites desencontrantes y sus envases Madera tratada con productos conservantes Resto de productos conservantes de la madera Escoria generada en el proceso de soldadura, sellantes, material asfáltico impermeabilizaciones
Aislamientos	Bidones y aerosoles vacíos de poliuretano
Impermeabilización	Recortes de láminas de impermeabilización
Acabados	Restos de alquitranes Sobrantes y envases de pinturas y barnices Sobrantes y envases de antioxidantes Sobrantes y envases de líquidos para pulir terrazo y piedra natural Sobrantes y envases de ácidos para acabados de hormigón visto Elementos de puesta en obra contaminados con pinturas, pinceles y rodillos
Instalaciones	Envases de colas, resinas, siliconas...
Medios auxiliares	Vertido sobre el terreno de aceite de maquinaria, baterías, filtros de aceites, trapos contaminados...

Tabla

Posibles residuos peligros presentes en obras de rehabilitación, reforma o demolición

2

Elemento	Tipo de residuos
----------	------------------

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

Cimentación	Suelos contaminados
Estructura	Protección de estructuras metálicas con flocado de fibras de amianto Elementos estructurales de madera tratados con conservantes tóxicos
Aislamientos	Aislamientos con sustancias potencialmente peligrosas
Impermeabilización	Impermeabilizaciones con sustancias potencialmente peligrosas Placas de fibrocemento
Acabados	Placas de falso techo con contenido de amianto Pavimentos vinílicos con contenido de amianto Alquitranes Pinturas con contenido de plomo
Instalaciones	Tuberías y bajantes de fibrocemento Tuberías de plomo Depósitos de fibrocemento Calorifugado de tuberías con contenido de amianto Tubos fluorescentes y lámparas de vapor de mercurio Detectores iónicos de humo susceptibles de generar radiaciones superiores a las admisibles Transformadores eléctricos con PCB o PCT Pararrayos radioactivos

Fuente: Guía sobre gestión de residuos de construcción y demolición. AEDED

Parámetros del proyecto según tipo de intervención

La estimación de la cantidad de residuos generados se realiza a partir de los siguientes parámetros de proyecto:

Tabla

3

Movimiento de tierras	18,39 m³
Volumen de desbroce	2,22 m ³
Volumen de excavación	16,16 m ³
Derribos y demoliciones	0,00 m²
Rehabilitación de edificación	0,00 m²
Edificación	0,00 m²
Urbanización	0,00 m²

Residuos generados por tipo de actuación t/m²

Tipo de residuo					Obra nueva		Rehabilitación	Demolición					Viales		
Tipo	Naturaleza	Código LER	Designación	Densidad del residuo t/m ³	Edificación		Urbanización		Edificio		Nave industrial				
					Residencial	Industrial			Pórticos de hormigón	Muros de fábrica	Pórticos de hormigón	Muros de fábrica	Pórticos metálicos		Estructura mixta
No peligrosos	Terrenos	20 02 01	Desbroce y poda	0,80											
		17 05	Tierra y	1,80			0,0065	0,0100							0,450

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

Pétreos	04	pedras													
	17 01 01	Hormigón	1,75	0,0200	0,0300	0,0030	0,0500	0,7100	0,0850	0,7300	0,3500	0,4500	0,5500	0,050	
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	1,20	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	
	No pétreos	17 04 07	Metales mezclados	1,50	0,0050	0,0080	0,0003	0,0450	0,0150	0,0050	0,0250	0,0080	0,3500	0,2200	
		17 02 01	Madera	0,80	0,0100	0,0080	0,0010	0,0600	0,0170	0,0230	0,0170	0,0230	0,0170	0,0170	
		17 02 02	Vidrio	0,40	0,0010	0,0010	0,0001	0,0050	0,0160	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	
		17 02 03	Plástico	0,60	0,0020	0,0020	0,0005	0,0400	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0410	0,0310	
		20 01 01	Papel y cartón	0,75	0,0020	0,0020	0,0001	0,0200							
		17 03 02	Mezclas bituminosas	1,00	0,0020	0,0020	0,0050	0,0200							0,110
		17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso	0,90	0,0050	0,0010		0,1000	0,0500	0,0500	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250
	Mezclados	17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	1,25	0,0100	0,0080	0,0010	0,0250	0,0010	0,0040	0,0250	0,0210	0,0250	0,0250	0,010
		17 09 03 *	Otros residuos, incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas	0,80	0,0020	0,0020	0,0005	0,0020							
	Peligrosos y basuras	Potencialmente peligrosos y basuras	20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	0,60	0,0010	0,0010	0,0001	0,0050	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010

Tabla 4
Identificación LER y estimación de la cantidad de residuos generada (masa y volumen)

Tipo de residuo				Edificación											
Tipo	Naturaleza	Código LER	Designación	Movimiento de tierras		Derribos y demoliciones		Rehabilitación		Edificación		Urbanización		Total	
				t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³
No peligrosos	Terrenos	20 02 01	Desbroce y poda	1,78	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,78	2,22
		17 05 04	Tierra y piedras	29,09	16,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,09	16,16
	Pétreos	17 01	Hormigón	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

		01														
		17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	No pétreos	17 04 07	Metales mezclados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17 02 01	Madera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17 02 02	Vidrio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17 02 03	Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		20 01 01	Papel y cartón	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17 03 02	Mezclas bituminosas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Mezclados	17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Peligrosos y basuras	Potencialmente peligrosos y basuras	17 09 03 *	Otros residuos, incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025. EXPEDIENTE nº 102252. CSV: COGSW088-WKGG-0WG4-SOSO-8K0017-9KSSEM
Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida

MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

Con el objetivo de reducir la generación de residuos durante la ejecución de la obra, se adoptarán las siguientes medidas:

Formación y seguimiento del Plan de gestión de residuos

Como medida general, el personal de obra debe tener la formación y el conocimiento suficiente sobre la gestión de los residuos en la obra y sobre los procedimientos establecidos para la correcta gestión de los residuos generados (rellenar la documentación de transferencia de residuos, comprobar la calificación de los transportistas y la correcta manipulación de los residuos). Todos los intervinientes en la ejecución de la obra, incluidas las subcontratas, deben ser conocedores de sus obligaciones en relación con los residuos y de que han de cumplir con las directrices del Plan de gestión de residuos.

El gestor de los residuos se encargará de presentar y explicar, tanto al personal propio como a las subcontratas participantes en la ejecución de las obras, el Plan de gestión de residuos, especialmente las partes relacionadas con las obligaciones y derechos de los operarios, las buenas prácticas y los criterios de señalización y etiquetado de los residuos.

Asimismo, se establecerá un sistema para informar periódicamente sobre el seguimiento y control de la gestión de residuos realizados.

Minimizar los embalajes de los suministros

Los embalajes de los suministros son una de las principales fuentes generadoras de residuos en las obras de nueva planta, por lo que resulta necesario minimizar su presencia:

- Se dará preferencia a proveedores que empleen para sus productos envases con materiales reciclados, biodegradables o reutilizables.
- Se fomentará la reutilización los pallets y embalajes evitando su deterioro en obra.
- Se solicitará a los proveedores que minimicen los envasados de cartón, papel y plástico, reduciéndolos a los imprescindibles y evitando los decorativos o superfluos. Así mismo se les solicitará que retiren los embalajes de sus suministros.
- Se fomentará el uso de envases de gran capacidad y la realización de compras a granel.

Optimizar los materiales empleados

- En general, se adquirirán las cantidades justas de los materiales, evitando los sobrantes o excedentes innecesarios y el consiguiente incremento del volumen de residuos generados.
- Evitar la compra de productos que contengan componentes con sustancias peligrosas.
- Se priorizará la contratación de materiales de reutilización, reciclables, de origen reciclado o con etiquetado o "certificados ambientales" y el uso de elementos prefabricados frente a los elaborados en obra.
- Los suministros se almacenarán en sus embalajes originales hasta el momento de su utilización. Se preverán zonas de acopio protegidas de la lluvia y del viento, situadas fuera de los recorridos de tránsito de la obra, para proteger a los materiales de posibles deterioros o roturas accidentales.
- Se programarán las entregas de hormigones de central de manera que se evite el principio de fraguado del hormigón y su obligada devolución a planta.



- Se preverá el empleo los restos de hormigón fresco en otras partes de la obra, como hormigón de limpieza, base de solados, mejora de accesos, etc. Los restos no utilizados se almacenarán sobre una superficie dura para reducir los desperdicios y, posteriormente, se depositará en contenedores específicos evitando su contaminación.
- Se priorizará las armaduras de acero elaboradas en taller, evitando los recortes y despuntes realizados en obra.
- Antes de su colocación, se replanteará la disposición de tejas y piezas cerámicas de manera que se minimicen los recortes y elementos sobrantes. Los restos de ladrillos, tejas y material cerámico se segregarán de los restos de aglomerante antes de depositarlos en el contenedor correspondiente.
- Se dispondrá de una zona de corte para evitar la dispersión de restos de ladrillos, baldosas, bloques...
- Los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- Se pactará con el proveedor la devolución de los materiales de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.) que no se utilice en la obra, evitando así la acumulación de residuos.
- Elegir preferentemente gestores de tierras, rocas y piedras dedicados a la reutilización o la valorización.
- Las unidades de obra finalizadas se protegerán frente posibles roturas accidentales.

Demoliciones

Las tareas de demolición se realizarán preferiblemente empleando técnicas de desconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valorización de los residuos.

Como norma general, la demolición se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente el resto.

OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

En la Tabla 5 se especifican las operaciones y destino previstos para cada una de las cantidades de los residuos que se prevé se generarán durante la ejecución de las obras detalladas en la Tabla 1, conforme a las definiciones y criterios que más adelante se detallan.

Estas previsiones se adoptan en función de la información disponible en el momento de la redacción del presente Estudio de gestión de residuos. El contratista principal, como poseedor de los residuos, tiene la posibilidad en función de su planificación y medios, de proponer operaciones y gestores alternativos en el Plan de gestión de residuos, previa aprobación por parte de la dirección facultativa. En cualquiera de los casos se deberá cumplir que:

- De acuerdo con el RD 105/2008, queda expresamente prohibido la eliminación (depósito en vertedero) de los residuos generados que no hayan sido sometidos a un tratamiento previo, salvo para aquellos que sea técnicamente inviable.
- Todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a este fin, evitando su eliminación.
- La eliminación de los residuos se limitará a aquellos residuos o fracciones residuales no susceptibles de valorización.
- Cada entrega de residuos debe constar en un documento en el que figuren al menos:

1. Identificación del poseedor.
2. Identificación del productor.
3. Obra de procedencia.
4. Número de licencia.
5. Cantidad en toneladas y/o en metros cúbicos de RCD identificados según la codificación en vigor.
6. Identificación del gestor de destino.

Tabla
Operaciones y destinos previstos de los residuos generados

5

Naturaleza	Código	Residuo	Operación	Gestor de destino
Terrenos	20 02 01	Desbroce y poda	Reutilización en propia obra	-
	17 05 04	Tierra y piedras	Reutilización en propia obra	-
Potencialmente peligrosos y basuras	17 09 03 *	Otros residuos, incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas	-	-
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	-	-

MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN LA OBRA

La separación en origen según la naturaleza y el tipo de residuo es la base fundamental para facilitar su posterior reutilización, reciclaje o valorización y minimizar la presencia de residuos banales destinados a su eliminación.

Como medidas de carácter general, los residuos se manipularán y separarán de manera que:

- Se evite el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos y toda mezcla o dilución de éstos que dificulte su posterior gestión.
- Se segregarán todos los residuos que sea posible, con el fin de no generar más residuos de los necesarios o convertir en peligrosos los residuos que no lo son al mezclarlos, encareciendo y dificultando su gestión.
- Los productos de un residuo susceptible de ser reciclado o de valorización deberán destinarse a estos fines, evitando su eliminación en todos los casos que sea posible.

En el caso de que, por falta de espacio físico, no sea técnicamente viable separar los residuos en obra, el poseedor podrá encomendar a un gestor autorizado la separación en una instalación de tratamiento de RCDs externa. El gestor deberá acreditar documentalmente haber cumplido con el fraccionamiento en nombre del poseedor.

Separación en fracciones

De acuerdo con el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos generados en la obra se almacenarán o acopiarán de manera separada cuando se rebasen las siguientes cantidades:

Tabla

6

Cantidades límite para separar en fracciones

Residuo	Cantidad
Hormigón	80,00 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 t
Metal	2,00 t
Madera	1,00 t
Vidrio	1,00 t
Plástico	0,50 t
Papel y cartón	0,50 t

Por razones de eficiencia económica (una mayor inversión en medios para el almacenaje fraccionado supone un ahorro en los costes de depósito en instalaciones de gestión), se adoptan los siguientes criterios adicionales para optar entre la separación en fracciones o por un almacenamiento mezclado:

- Independientemente del volumen de tierras y piedras no contaminadas y los residuos procedentes del desbroce o la poda generados, estos se almacenarán o acopiarán separadamente del resto de los residuos.



- Los restos de tierras y piedras procedentes de préstamos autorizados que no se empleen en la obra para la que han sido autorizados, deben almacenarse de manera separada para posteriormente devolver al proveedor para utilizarse en la restauración de los terrenos afectados por dicho préstamo.
- Para fomentar su reciclaje, el papel y cartón, la madera y el plástico -especialmente los procedentes del embalaje de los suministros- y el vidrio -en el caso de derribos o demoliciones- se almacenarán fraccionadamente con independencia del volumen de los residuos generados.
- En obras de nueva planta o demoliciones en las que la presencia material de construcción a base de yeso (placas de yeso laminado, placas de escayola, ...) se prevea elevada, estos residuos se almacenarán por separado. Aunque el reciclado de elementos de yeso es incipiente (actualmente inexistente en nuestro entorno), la separación de ese tipo de residuo evita la contaminación que supondría su mezcla con otros residuos valorizables y el correspondiente sobrecoste de su gestión.
- En obras de urbanización de viales los residuos procedentes de mezclas bituminosas se almacenarán por separado con independencia del volumen generado.

En la tabla siguiente se resume el modo de separación y almacenaje de los residuos previstos en obra:

Tabla

7

Separación y modo de almacenaje en obra según tipo de residuo

Naturaleza	Código	Designación	Cantidad (t)	Límite (t)	Mezclado	Fraccionado
Terrenos	20 02 01	Desbroce y poda	1,78	0,00		X
	17 05 04	Tierra y piedras	29,09	0,00		X
Potencialmente peligrosos y basuras	17 09 03 *	Otros residuos, incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas	0,00	0,00		X
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	0,00	0,00		X

Cumplimiento del Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. El presente documento corresponde con estudio de gestión de residuos de construcción y demolición requerido en el Real Decreto 853/2021 y en la Ley 7/2022.

El 100% (en peso) de los residuos de construcción y demolición no peligrosos (excluyendo el material natural mencionado en la categoría 17 05 04 en la Lista europea de residuos establecida por la Decisión 2014/955/UE) generados en el sitio de construcción quedará preparado para su reutilización, reciclaje y recuperación de otros materiales, por lo que se cumple el mínimo del 70% establecido en el Real Decreto 853/2021 y en la Ley 7/2022.

Nota: se han considerado susceptibles de reutilización, reciclaje y recuperación el total de residuos excluyendo residuos peligrosos (LER 17 09 03) y tierra y piedras (LER 17 05 04) según RD 853/2021. Para el cálculo del porcentaje de residuos preparados para su reutilización, reciclaje y recuperación sobre el total susceptible, se han excluido los residuos a base de yeso (LER 17 08 02), residuos mezclados (LER 17 09 04) y basuras (20 03 01), así como todas las fracciones marcadas como mezcladas.

PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Descripción

Operaciones destinadas al almacenamiento, el manejo, la separación y en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción o demolición generados dentro de la obra. Se considera residuo lo expuesto en la Ley 7/2022, de 8 de abril, y obra de construcción o demolición, la actividad descrita en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

Criterios de medición y valoración

La valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente, debe contemplar y desglosarse en los siguientes conceptos:

- Clasificación y almacenaje de residuos en obra; comprendiendo el conjunto de medios (contenedores, contenedores de tajo, sacos, depósitos...) y tareas destinadas a clasificar y almacenar en obra los residuos generados.
- Carga y transporte de los residuos a instalación autorizada.
- Depósito de los residuos en instalación autorizada.
- Medios para la valorización de los residuos en obra (plantas móviles, ensayos...).

La valoración debe incluir los costes de implantación del Plan de gestión de residuos y el control y la supervisión de su puesta en práctica.

La unidad de medida de los residuos es la tonelada, complementada con su volumen en m³, referidos y codificados conforme a la vigente Lista Europea de Residuos (LER) en Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.

Prescripción de carácter general

El criterio para la gestión de residuos deberá seguir los siguientes objetivos por este orden, quedando expresamente desautorizado el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo:

1. Reducción.
2. Reutilización.
3. Reciclaje.
4. Valorización.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, centro de reciclaje de plásticos/madera...) son centros con la autorización del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicho órgano, e inscritos en los registros correspondientes.

Para la contratación de los gestores de residuos se buscará la mejor opción para cada fracción de residuo. Como mejor opción se entiende a aquel gestor que, estando a menos de 30 Km de la obra, ofrezca la reutilización, reciclaje o valorización al mejor precio y utilizando las mejores tecnologías disponibles.

El poseedor de residuos está obligado a presentar a la propiedad de los mismos el Plan de gestión de residuos que acredite cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con la gestión de residuos en la obra; se ajustará a lo expresado en el Estudio de gestión de residuos incluido, por el productor

de residuos, en el proyecto de ejecución. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa, y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El Plan de gestión de residuos preverá la realización de reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para su justificación.

Se deberá planificar la ejecución de la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su posible minimización o reutilización, así como designar un coordinador responsable de poner en marcha el Plan de gestión de residuos y explicarlo a todos los miembros del equipo.

El poseedor de residuos tiene la obligación, mientras se encuentren en su poder, de mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como de evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora vigente y las autoridades municipales.

Las actividades de valorización en la obra se llevarán a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que perjudiquen al medio ambiente y, en particular, al agua, al aire, al suelo, a la fauna o a la flora, sin provocar molestias por ruido ni olores y sin dañar el paisaje y los espacios naturales que gocen de algún tipo de protección de acuerdo con la legislación aplicable. La dirección facultativa de la obra deberá aprobar los medios previstos para dicha valorización in situ.

En el caso en que se adopten otras medidas de minimización de residuos, se deberá informar, de forma fehaciente, a la Dirección Facultativa para su conocimiento y aprobación, sin que éstas supongan menoscabo de la calidad de la ejecución.

En el caso en que la legislación de la Comunidad Autónoma exima de la autorización administrativa para las operaciones de valorización de los residuos no peligrosos de construcción y demolición en la misma obra, las actividades deberán quedar obligatoriamente registradas en la forma que establezca la Comunidad Autónoma.

Prescripción en cuanto a la separación y almacenamiento de residuos en obra

La separación en las diferentes fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Cuando, por falta de espacio físico en la obra, no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación externa a la obra, con la obligación, por parte del poseedor, de sufragar los correspondientes costes de gestión y de obtener la documentación acreditativa de que se ha cumplido, en su nombre, la obligación que le correspondía.

El contratista dispondrá de los medios necesarios para el almacenamiento, acopio y transporte de los residuos en el interior de la obra, seleccionando los contenedores más adecuados para cada tipo de residuo.

Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



La obra deberá contar, como mínimo, con una zona para el almacenaje de residuos No Peligrosos y otra para los residuos Peligrosos correctamente señalizadas. Ambas deberán adecuarse a las condiciones de seguridad e higiene necesarias en función de la tipología de residuos que se depositen en ellos y de las ordenanzas municipales vigentes. Ambas zonas deberán tener la capacidad de almacenar la totalidad de fracciones de residuo que se plantee separar, respetando la heterogeneidad necesaria entre residuos para evitar su mezcla.

Residuos no peligrosos

Se dispondrá de un espacio especialmente habilitado en zona de afección de la obra –punto verde o limpio– para almacenar los contenedores y acopios necesarios para la separación de los residuos no peligrosos generados durante la ejecución de la obra. Este espacio quedará convenientemente señalizado y, para cada fracción, se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo. Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible y facilitar la correcta separación de cada residuo. En los mismos debe figurar aquella información que se detalla en la correspondiente reglamentación de cada Comunidad Autónoma, así como las ordenanzas municipales, y que como mínimo comprenderá la denominación del residuo a contener y su código LER.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados, tanto en número como en volumen, evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite. Una vez alcanzado el volumen máximo admisible para el saco o contenedor, el productor del residuo tapaná el mismo y solicitará, de forma inmediata, al transportista autorizado, su retirada. El productor deberá proceder a la limpieza del espacio ocupado por el contenedor o saco al efectuar las sustituciones o retirada de los mismos. Los transportistas de tierras deberán proceder a la limpieza de la vía afectada, en el supuesto de que la vía pública se ensucie a consecuencia de las operaciones de carga y transporte.

Los materiales pétreos, tierras y hormigones procedentes de la excavación o demolición, podrán almacenarse sin contenedores específicos, sobre el terreno en un área limitada y convenientemente separados unos de otros para evitar la mezcla y contaminación.

Los contenedores de residuos de materiales pétreos destinados a su reciclaje como el relleno de zanjas, acondicionamiento de terrenos áridos reciclados... deben permanecer limpios de materiales contaminantes, debiéndose realizar controles periódicos para garantizar el correcto almacenamiento.

El Plan de gestión de residuos concretará la necesidad y dimensión de los contenedores en función de la planificación y ejecución de obra. Como norma para minimizar los costes de transporte, se utilizarán contenedores con la mayor capacidad posible para cada tipo de residuo.

Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Residuos peligrosos

Cuando se generen residuos clasificados como peligrosos, el poseedor (constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos) deberá disponer de un espacio especialmente habilitado en zona de afección de la obra para el acopio en el que almacenarlos a cubierto de la lluvia en un recinto cerrado, en un espacio exterior cubierto o en envases cerrados, evitando el arrastre de los residuos peligrosos por lluvia o nieve. El suelo deberá estar adecuadamente impermeabilizado y contar con un sistema de recogida de residuos líquidos, independiente y separado de la red de alcantarillado, para evitar la contaminación por derrames accidentales del tipo:

- Cubeto de retención de vertidos de recogida con una capacidad mínima igual al 10% del depósito.
- Un bordillo perimetral que permita la recogida de líquidos en una arqueta estanca que actúe como depósito de fugas.
- Otros sistemas que garanticen el confinamiento de cualquier derrame.

Se evitará la exposición a fuertes corrientes de viento que puedan propiciar el arrastre o transporte por viento de los residuos peligrosos.

Los recipientes y envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, conteniendo la siguiente información:

1. Datos del productor del residuo: Nombre de la empresa, dirección y teléfono.
2. Código LER (Lista Europea de Residuos) del residuo.
3. Fecha de inicio del almacenamiento.
4. Pictograma de la naturaleza del riesgo conforme a la Ley 7/2022, de 8 de abril, y al Reglamento CE 1272/2008.

El tiempo máximo de acopio de los residuos peligrosos no debe superar nunca los 6 meses.

Almacenaje en el tajo

Se dispondrán los medios de acopio necesario para que se realice la adecuada recogida selectiva de los residuos generados durante la ejecución de las unidades de obra. Las sacas o los contenedores que se utilicen deberán estar correctamente señalizados informando del tipo de RCD para el que estén destinados y, en caso necesario, con la denominación del industrial responsable de ellos. Estos se situarán en el mismo punto donde se genera los residuos y deberán permitir que cualquier operario los pueda desplazar manualmente. Como criterio general se recomienda:

Tabla

8

Tipo de contenedor para almacenaje de residuos en tajo

Residuo	Tipo de contenedor
Residuos pequeños de instalación: Banales pequeños: cables, tubos, bridas, enganches, etc.	Contenedor de basura con ruedas o similar
Residuos pesados: Escombros, madera, yeso laminado, vidrio y chatarra	Contenedor metálico autoportante
Residuos ligeros: Papel y cartón, plástico de embalaje y banales	Saca tipo Big Bag

Queda prohibido el empleo de bateas o cajones de obras.

Transporte de los residuos por el interior de la obra

Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajos y vías de circulación.

La zona de contenedores y acopios se ubicará lo más cerca posible de los accesos a obra, facilitando así la carga y descarga de contenedores al transportista.

No se permitirá la descarga directa sobre camión por medio de grúa torre ni de residuos sobre contenedor ni del propio contenedor lleno. En caso de que la grúa desplace un contenedor de camión, lo ubicará sobre terreno firme y será el camión de cadenas o gancho el que procederá a cargarse el contenedor.

El transportista deberá mostrar el albarán de ubicación, cambio o retirada del contenedor/contenedores correctamente cumplimentado y dejará una copia en obra.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

Para transportes de tierras situadas por niveles inferiores a la cota 0 el ancho mínimo de la rampa será de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12% o del 8%, según se trate de tramos rectos o curvos, respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.

Se controlará que cada contenedor contenga el residuo que se negoció con el transportista ya que de esta manera el camión no deba transportar una carga superior a la autorizada.

Prescripción en cuanto a la ejecución de la obra

Condiciones generales

Reclamar al encargado general los contenedores de tajo para poder retirar los residuos que generen tus trabajadores.

Asegurarse de que tus trabajadores limpian las herramientas y los tajos al final de cada jornada.

Asegurarse de que tus trabajadores no mezclan los residuos.

Acordar con el gruista o carretillero la retirada de residuos en un momento concreto de la jornada

Promotor: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



En el caso de residuos peligrosos, tapar los líquidos y seguir las indicaciones del fabricante en las fichas de seguridad (control de apilamientos, no mezclarlos con otros residuos, etc.).

Los residuos especiales tales como aceites, pinturas y productos químicos, deben separarse y guardarse en contenedor seguro o en zona reservada y cerrada. Se prestará especial atención al derrame o vertido de productos químicos (por ejemplo, líquidos de batería) o aceites usados en la maquinaria de obra. Igualmente, se deberá evitar el derrame de lodos o residuos procedentes del lavado de la maquinaria que, frecuentemente, pueden contener también disolventes, grasas y aceites.

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Demoliciones

En las obras de demolición, deberá primarse los trabajos de deconstrucción sobre los de demolición indiscriminada.

Se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares... para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.

Se retirarán los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o reutilizar (cerámicos, mármoles...). Los residuos reutilizables, se tratarán con cuidado para no deteriorarlos y se almacenarán en lugar seguro evitando que se mezclen con otros residuos.

Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.

El depósito temporal de los escombros, tanto en planta como fuera de ella, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

- Posibles residuos peligrosos:

Materiales que contienen amianto

Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Decisión 2014/955/UE sobre la lista de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. Punto 17 06 05* (6), para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación.

Las obras con presencia de residuos que contengan amianto deberán cumplir el Real Decreto 108/1991, así como la legislación laboral correspondiente. La determinación de residuos peligrosos se hará según la vigente Lista Europea de Residuos (LER) en Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.

Movimiento de tierras

Las excavaciones se ajustarán a las dimensiones especificadas en proyecto. Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

Los depósitos de tierra deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa y se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación de la maquinaria de obra.

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

En general, la Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, contiene las normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron. En estas situaciones, no es necesario acreditar la valorización de estos residuos. Pero si no es éste el caso, se ha de considerar lo siguiente.

- Posibles residuos peligrosos:
Tierra y piedras contaminadas
Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a las autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005, y en aplicación de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Estructuras de hormigón

Se centralizarán los trabajos de corte de madera y tabloneros para facilitar la limpieza y aprovechamiento de piezas de encofrado. El uso de mesas de corte sobre sacas facilita la recogida del serrín. Evitar soldar materiales impregnados con sustancias tóxicas o peligrosas.

Se protegerá siempre el suelo del vertido de desencofrante.

El sobrante del camión hormiguera debe ser devuelto a planta.

Una vez desencofrados, se limpiarán los tablonos y placas de encofrado de restos y se barrerán las superficies terminadas.

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón serán depositados en una balsa de decantación o en un contenedor que hará de balsa de decantación impermeabilizado adecuadamente con plásticos. El objetivo de dicho contenedor o balsa de decantación es el de separar la fracción sólida de la líquida para poder tratar el hormigón como residuo inerte.

- Posibles residuos peligrosos:
- Envases metálicos de restos de desencofrantes, aditivos (retardadores, acelerantes, plastificantes y aireantes), siliconas, masillas y otros materiales de sellado, etc.
 - Trapos sucios manchados con residuos tóxicos.
 - Restos de electrodos de soldadura.
 - Botellas y bombonas de gas u oxígeno.
 - Envases que han contenido producto tóxico.

Fachadas y particiones

La obra de fábrica debe ejecutarse preferentemente con piezas completas; los recortes se reutilizarán únicamente para solucionar detalles que deban resolverse con piezas pequeñas, evitando de este modo la rotura de nuevas piezas. Para facilitar esta tarea es conveniente delimitar un área donde almacenar estas piezas que luego serán reutilizadas.

Prever el paso de instalaciones a la hora de levantar tabiques: dejar sin colocar las dos/tres últimas hileras de material cerámico o equivalente con un ancho suficiente para facilitar el paso de instalaciones y evitar el repicado innecesario.

Acercar al máximo los puntos de generación de mortero a los tajos de consumo para evitar trayectos largos con carretón u otros medios de contención que normalmente se llenan demasiado y dejan restos por todo el trayecto.

Centralizar los trabajos de corte de piezas para facilitar la limpieza del tajo y aprovechamiento de dichas piezas. Es recomendable situarlos cerca de un contenedor.

- Posibles residuos peligrosos:
- Envases plásticos de restos de aditivos, retardadores, acelerantes, plastificantes y aireantes, desengrasantes, siliconas, adhesivos, aceites, combustibles y productos de limpieza, etc....
 - Trapos sucios manchados con residuos tóxicos.

Revestimientos cerámicos, de piedra y terrazo de paramentos, suelos y escaleras

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda

Acercar al máximo los puntos de generación de mortero y adhesivo a los tajos de consumo para evitar trayectos largos con carretón u otros medios de contención que normalmente se llenan demasiado y dejan restos por todo el trayecto.

Centralizar los trabajos de corte de piezas para facilitar la limpieza del tajo y aprovechamiento de dichas piezas. Es recomendable situarlos cerca de un contenedor.

Facilitar con previsión los medios de contención de lechada en planta y prever el acercamiento de contenedores a los puntos de generación de lodos de pulido.

Acondicionar los contenedores metálicos que se utilicen para desechar lodos de pulido con plásticos de retractilado.

➤ Posibles residuos peligrosos:

- Sacos de papel que han contenido productos tapaporos o tapajuntas o morteros indicados como productos tóxicos o peligrosos.
- Envases que han contenido aditivos, desengrasantes, disolventes, material de sellado o productos de limpieza y abrillantado de superficies.
- Envases plásticos de desengrasantes y disolventes, aceites, siliconas, adhesivos, colas y otros materiales de sellado, productos de limpieza y otros productos relacionados con tratamientos de saneamiento de superficies a tratar.

Aislamientos e impermeabilizaciones

Los materiales se pedirán en rollos o piezas, lo más ajustados posible, a las dimensiones necesarias para evitar sobrantes. Antes de su colocación, se planificará su disposición para proceder a la apertura del menor número de rollos.

Reutilizar las sacas que transportan la arena o grava de protección de membrana impermeable, en caso de que se utilice, para residuos poco pesados como por ejemplo papel-cartón o plástico de embalaje (nunca volver a utilizar con áridos u otros residuos pesados).

➤ Posibles residuos peligrosos:



- Aerosoles (espumas de poliuretano proyectado, etc.).
- Envases plásticos de desengrasantes y disolventes, siliconas, adhesivos, aceites, combustible y otros productos relacionados con tratamientos de saneamiento de superficies a tratar.
- Envases de productos para impermeabilización, como bituminosos que contienen alquitrán de hulla.

Pinturas

Gestionar los envases de pintura, barnices y disolventes por medio de su propia empresa y no dejarlos en obra.



Las latas vacías de los materiales tóxicos se deben ubicar en sistemas de contención estancos adecuados.

- Posibles residuos peligrosos:
 - Polvo metálico proveniente del pulido de las superficies a tratar.
 - Envases plásticos de desengrasantes y disolventes, siliconas, adhesivos, detergentes y otros materiales de sellado, productos de limpieza y otros productos relacionados con tratamientos de saneamiento de superficies a tratar.

Electricidad

Procurar que los trabajadores que fijen instalaciones lleven consigo una bolsa de plástico para desechar los pequeños recortes de material.

- Posibles residuos peligrosos:
 - Lámparas y fluorescentes, compactas y otras lámparas de descarga.
 - Detectores radioactivos, pararrayos, líquidos de centros de transformación, mecanismos que contienen mercurio, etc.
 - Pilas y baterías.

Prescripción en cuanto al control documental de la gestión

El poseedor de los residuos (contratista) deberá entregar al productor (promotor) los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de residuos realizada, que ésta ha sido realizada en los términos regulados por la normativa vigente y por el Plan de gestión de residuos, o en sus modificaciones.

El gestor de los residuos deberá extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando:

- Identificación del poseedor, del productor y del gestor de las operaciones de destino.
- La obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra.
- Tipo de los residuos entregados codificados con arreglo a la lista europea de residuos vigente o norma que la sustituya.
- Las cantidades de los residuos entregados, expresada en toneladas y en metros cúbicos.

Además, el poseedor deberá aportar los albaranes del transporte junto con los tickets de la báscula de pesaje de los residuos.

Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o gestor que le entregó los residuos los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos. Para aquellos residuos que sean reutilizados en otras obras, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Tanto el productor como el poseedor deberán mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Se deberá llevar a cabo un control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD aporten los albaranes de transporte además de los tickets báscula de los residuos.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



El transportista deberá estar autorizado por el órgano ambiental competente para transportar los RCD que se separen en obra.

VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RCDs

La estimación económica del "Estudio de gestión de residuos" tiene por objetivo garantizar la disponibilidad de suficientes recursos económicos para implantar el correspondiente "Plan de gestión de residuos" durante la ejecución de la obra.

Para poder realizar la estimación, es necesario presuponer unos medios de gestión, almacenaje y transporte que puede diferir, como consecuencia de la planificación de la obra y recursos del contratista, de los que se contemplen en el Plan de gestión de residuos.

Esto puede suponer que existan ligeras diferencias entre estimación económica del Estudio y la posterior valoración detallada del Plan, pero nunca supondrá la supresión o eliminación de conceptos o trabajos previstos en la valoración del Estudio.

- A partir de las fracciones en las que se recogerán los residuos definidos en la tabla del punto anterior, en la tabla siguiente se indica, para cada fracción de residuo, el medio de almacenaje previsto y su capacidad.

Los residuos de vertido mezclado -no fraccionado- se almacenarán en el depósito destinado a los "Residuos mezclados de construcción y demolición".

- Se opera con una distancia de transporte de 30 km desde la ubicación de la obra hasta las instalaciones autorizadas de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos.

Tabla

9

Medio de almacenaje según tipo de residuo

Residuo			Vertido		Almacenaje	
Tipo	Código	Designación	Tipo	Volumen m ³	Medio	Capacidad
No peligrosos	20 02 01	Desbroce y poda	Fraccionado	2,22	-	-
	17 05 04	Tierra y piedras	Fraccionado	16,16	-	-
	17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	Mezclado	0,00	-	-



GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
Total: 271,25 €

1. Clasificación y almacenaje de residuos en obra							262,25 €
Naturaleza	Código	ud	Designación	Precio	Cantidad	Importe	
Terrenos	GRTT.2ba	t	Carga de material de desbroce en contenedor o camión	1,04 €	1,78	1,85 €	
	GRTT.2aa	t	Carga de material de excavación en contenedor o camión	0,46 €	29,09	13,38 €	
Potencialmente peligrosos y basuras	MMRB.2b	u	Contenedor residuos municipales (basuras) de 1000 l	247,02 €	1,00	247,02 €	

3. Depósito de los residuos en instalación autorizada							9,00 €
Naturaleza	Código	ud	Designación	Precio	Cantidad	Importe	
Potencialmente peligrosos y basuras	GRND11a	u	Depósito de contenedor residuos municipales (basuras) de 1000 l	9,00 €	1,00	9,00 €	

INVENTARIO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Tipo Residuo	Código	Densidad t/m ²	Cantidad presente ud m ² t m ³
Generados por la propia actividad			
<input type="checkbox"/> Otros residuos de construcción y demolición que contienen sustancias peligrosas	17 09 03*	0,8	
Tierra, piedras y lodos de drenaje contaminados			
<i>Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.</i>			
<i>Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.</i>			
<input type="checkbox"/> Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03*	1,8	
<input type="checkbox"/> Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	17 05 05*	1	
<input type="checkbox"/> Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas	17 05 07*	1,5	
Materiales que contienen amianto			
<i>Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.</i>			
<input type="checkbox"/> Materiales de aislamiento que contienen amianto	17 06 01*	0,9	
Protección de estructuras metálicas (flocado) conteniendo amianto			
Conductos de aire acondicionado			
Mantas, cortinas ignífugas			
Puertas cortafuegos			
Calorifugado de tuberías con amianto			
Aislamientos en cerramientos conteniendo amianto			
Aislamiento de focos de calor en calderas, hornos			
Protecciones individuales en la eliminación de amianto (filtros, caretas...)			
<input type="checkbox"/> Materiales de construcción que contienen amianto	17 06 05*	0,9	
Placas de fibrocemento con amianto			
Tuberías y bajantes de fibrocemento con amianto			
Canalizaciones enterradas de fibrocemento que contienen amianto			
Depósitos de fibrocemento con amianto			
Tabiques pluviales de placas de fibrocemento con amianto			
Placas de falso techo que contienen amianto			
Pavimentos vinílicos que contienen amianto			
Materiales que contienen otras sustancias peligrosas			
<i>Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10</i>			
<input type="checkbox"/> Plomo	17 04 03	11,2	
Tuberías de plomo			
Pinturas con plomo			
Baterías			
<input type="checkbox"/> Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	17 01 06*	1,5	
<input type="checkbox"/> Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por	17 02 04*	0,5	

Promotor: **MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U**

Ingeniero Téc. Industrial: **Francisco López Roda**



Iluminando la vida



PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

ellas		
<input type="checkbox"/> Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01*	0,8
<input type="checkbox"/> Alquitrán de hulla y productos alquitranados	17 03 03*	0,8
<input type="checkbox"/> Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09*	4
<input type="checkbox"/> Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas		
<input type="checkbox"/> Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas	17 08 01*	0,7
<input type="checkbox"/> Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	17 09 01*	
<input type="checkbox"/> Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	17 09 02*	1
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos		
<i>Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.</i>		
<i>Real Decreto 1428/1986, de 13 de junio, sobre pararrayos radiactivos (modificado por el Real Decreto 903/1987, de 10 de julio).</i>		
<input type="checkbox"/> Detectores iónicos de humo susceptibles de generar radiaciones superiores a las admitidas		1,25
<input type="checkbox"/> Pararrayos radiactivos	16 02 09*	1,25
<input type="checkbox"/> Transformadores y condensadores que contienen PCB	16 02 10*	1,25
<input type="checkbox"/> Equipos desechados que contienen PCB, o están contaminados por ellos, distintos de los especificados en el código 16 02 09. Equipos de aire acondicionado o refrigeración con clorofluorocarburos.	16 02 11*	1,25
<input type="checkbox"/> Pilas alcalinas y salinas	16 06 04	1,25
<input type="checkbox"/> Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio	20 01 21*	0,4

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025. EXPEDIENTE nº 102252. CSV: COGSW088-WKGG-0W4-SOSO-8K0017-9KSSEM
Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda







Iluminando la vida

ETIQUETADO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española. La etiqueta tendrá un tamaño mínimo de 10x10 centímetros y contendrá la siguiente información:

- Datos del productor y poseedor del residuo: nombre de la empresa, dirección y teléfono.
- Código y descripción del residuo conforme a la lista europea de residuos LER vigente.
- Fecha de envasado (desde que se inicie el depósito del residuo en el lugar de almacenamiento).
- Pictogramas identificativos del peligro conforme al reglamento nº 1272/2008 de la CE. En el caso de coincidir varios riesgos, los pictogramas deben ajustarse al criterio de prioridad del artículo 26 del citado reglamento.
- Los pictogramas, la palabra de advertencia, las indicaciones de peligro y los consejos de precaución aparecerán juntos en la etiqueta.
- El color y la presentación de las etiquetas serán tales que el pictograma de peligro resalte claramente.

Tabla **10**
Pictogramas de peligro para sustancias químicas según el Reglamento (CE) nº 1272/2008

Símbolo	Clase de peligro y precauciones recomendadas
	<p>HP1 Explosivo Sustancias y preparaciones que pueden explotar bajo efecto de una llama, chispa, electricidad estática, bajo el efecto del calor o que son más sensibles a los choques o fricciones que el dinitrobenzeno.</p> <p>Precaución: Evitar golpes, sacudidas, fricción, flamas o fuentes de calor.</p>
GHS01	
	<p>HP3 Inflamable Sustancias y preparaciones que pueden calentarse y finalmente inflamarse en contacto con el aire a una temperatura normal sin necesidad de energía, o que pueden inflamarse fácilmente por una breve acción de una fuente de inflamación y que continúan ardiendo o consumiéndose después de haber apartado la fuente de inflamación, o inflamables en contacto con el aire a presión normal, o que, en contacto con el agua o el aire húmedo, emanan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.</p> <p>Precaución: Evitar contacto con materiales ignitivos (aire, agua).</p>
GHS02	
	<p>HP2 Comburente Sustancias que tienen la capacidad de incendiar otras sustancias, facilitando la combustión e impidiendo el combate del fuego.</p> <p>Precaución: Evitar su contacto con materiales combustibles.</p>
GHS03	
	<p>Gas bajo presión Sustancias gaseosas comprimidas, líquidas o disueltas, contenidas a presión de 200 kPa o superior, en un recipiente que pueden explotar con el calor. Los licuados refrigerados pueden producir quemaduras o heridas relacionadas con el frío, son las llamadas quemaduras o heridas criogénicas.</p> <p>Precaución: No lanzarlas nunca al fuego.</p>
GHS04	



HP4 Irritante
HP8 Corrosivo

Estos productos químicos causan destrucción de tejidos vivos y/o materiales inertes.

GHS05

Precaución:

No inhalar y evitar el contacto con la piel, ojos y ropas.



HP6 Toxicidad aguda

Sustancias y preparaciones que, por inhalación, ingesta o absorción a través de la piel, provoca graves problemas de salud e incluso la muerte.

GHS06

Precaución:

Todo el contacto con el cuerpo humano debe ser evitado.



HP4 Irritación cutánea
HP6 Toxicidad aguda
HP5 Toxicidad específica
HP13 Sensibilizante

Sustancias y preparaciones que, por penetración cutánea, pueden implicar riesgos graves, agudos o crónicos en la salud.

GHS07

Precaución:

Todo el contacto con el cuerpo humano debe ser evitado.



HP5 Toxicidad específica
HP7 Carcinógeno
HP10 Tóxico para la reproducción
HP11 Mutágeno

Sustancias y preparaciones que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden implicar riesgos a la salud graves o agudos.

GHS08

Precaución:

Debe ser evitado el contacto con el cuerpo humano, así como la inhalación de los vapores.



HP14 Peligroso para el medio ambiente

El contacto de esa sustancia con el medio ambiente puede provocar daños al ecosistema a corto o largo plazo.

GHS09





Manipulación:

Debido a su riesgo potencial, no debe ser liberado en las cañerías, en el suelo o el medio ambiente.

Tabla

11

Residuos peligrosos más habituales, forma de almacenaje, etiquetado de la clase de riesgo y origen del residuo

Símbolo	Clase de peligro y precauciones recomendadas	Origen
Tierra contaminada Contenedor		Tierra contaminada por vertidos accidentales de aceites o combustibles, etc.
Envases metálicos Bidón		Envases metálicos con restos de desencofrantes, aditivos (retardadores, acelerantes, plastificantes y aireantes), siliconas, adhesivos, masillas y otros materiales relacionados con el saneado de superficies a tratar, etc. Envases metálicos con restos de disolventes, desengrasantes, detergentes, productos de limpieza etc. Envases metálicos de productos bituminosos que contienen alquitrán de hulla. Envases metálicos que han contenido producto tóxico.
Envases plásticos Bidón		Envases plásticos con restos de desencofrantes, aditivos (retardadores, acelerantes, plastificantes y aireantes), siliconas, adhesivos, masillas y otros materiales relacionados con tratamientos de saneamiento de superficies a tratar, etc. Envases plásticos con restos de disolventes, desengrasantes, detergentes, productos de limpieza etc. Envases plásticos que han contenido producto tóxico.
Envases de pinturas Jaulas metálicas sobre cubeta estanca		Envases de pintura, lacas y barnices de todo tipo.
Aerosoles Bidón		Aerosoles de pintura, espumas de poliuretano proyectado, etc.
Trapos y otros materiales contaminados Bidón		Mascarillas, rodillos, brochas, pinceles, etc... impregnados de pinturas, barnices, disolventes, etc. Trapos impregnados de aceites o combustibles. Trapos sucios impregnados de disolventes, desengrasantes o productos de limpieza o abrillantado. Trapos sucios impregnados de alquitranes, disolventes etc. Trapos sucios o impregnados por sustancias tóxicas o peligrosas.
Envases de papel contaminado Saca		Envases de papel que han contenido productos tapaporos o tapajuntas o morteros indicados como productos tóxicos o peligrosos.
Madera contaminada Contenedor		Restos de maderas tratadas con barnices, conservantes, aglomerantes tóxicos, etc.
Lámparas y fluorescentes Bidón/contenedor		Lámparas y fluorescentes, compactas y otras lámparas de descarga.
Puntas de		Restos de electrodos de soldadura.

electrodos

Bidón

Pilas

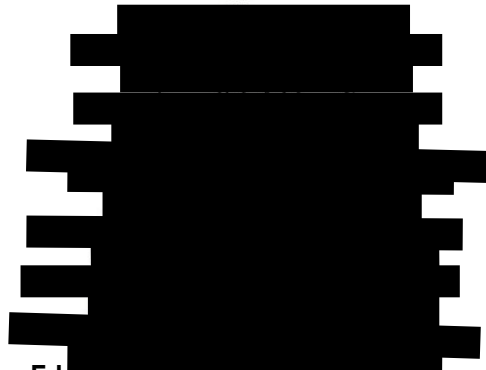
Bidón



Pilas y baterías.

Fuente: Manual para la redacción e implantación de plan de gestión de residuos de construcción y demolición y buenas prácticas gremiales. IHOBE

Almería, junio de 2025
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL



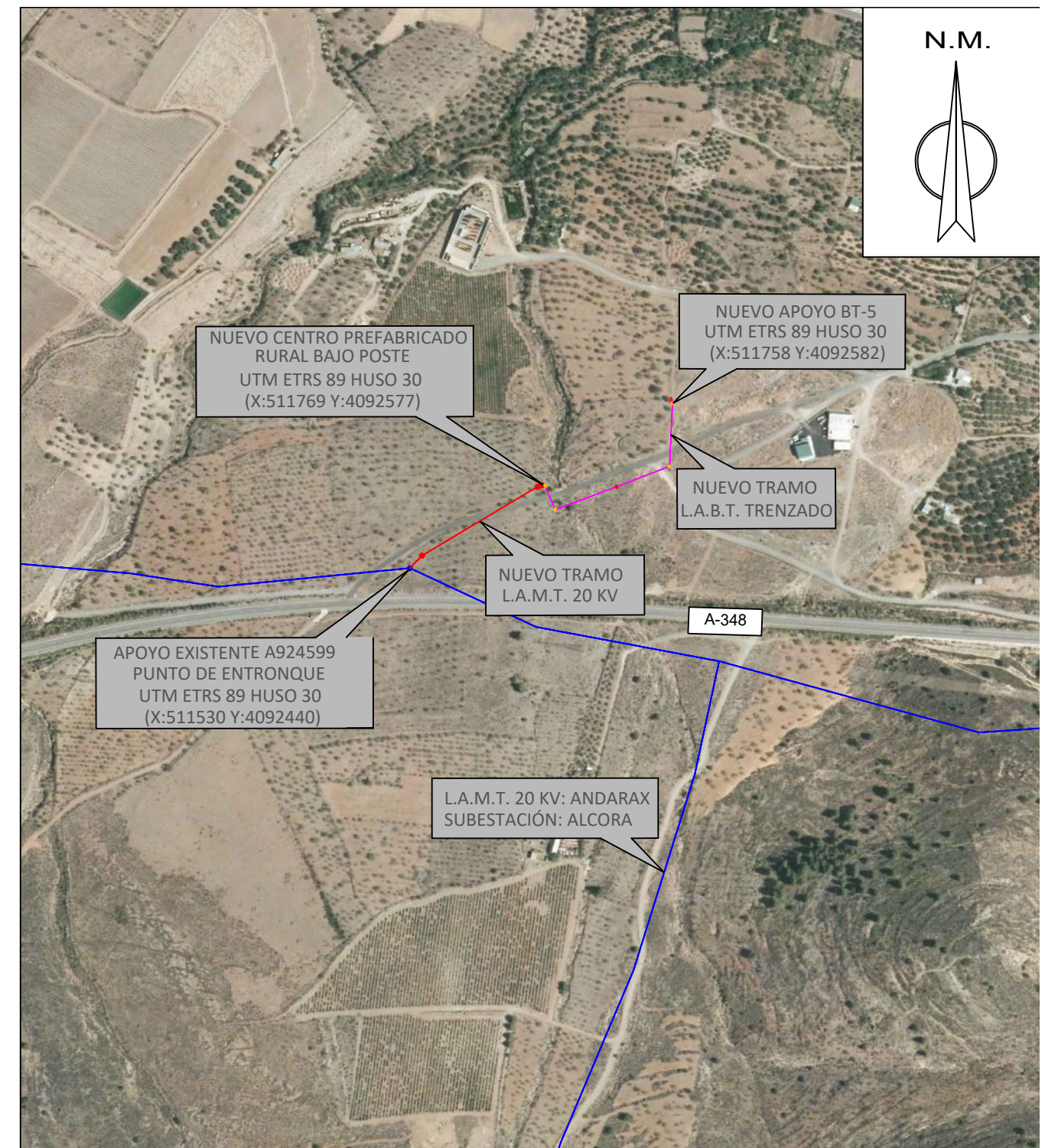
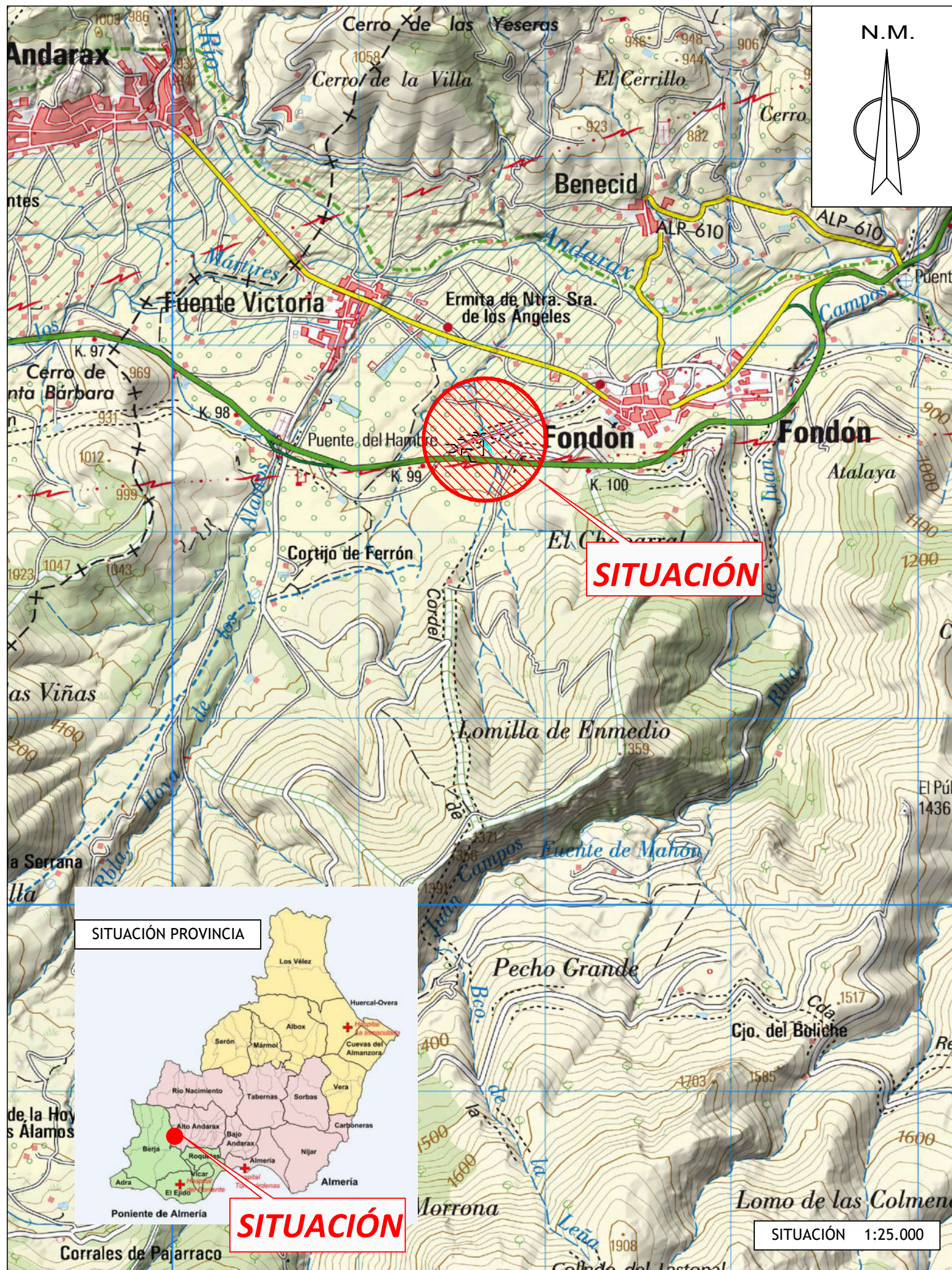
Fdo.: D. Francisco Lopez Roda
Colegiado COITIAL nº 1.002



PLANOS

2. PLANOS





TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES.

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

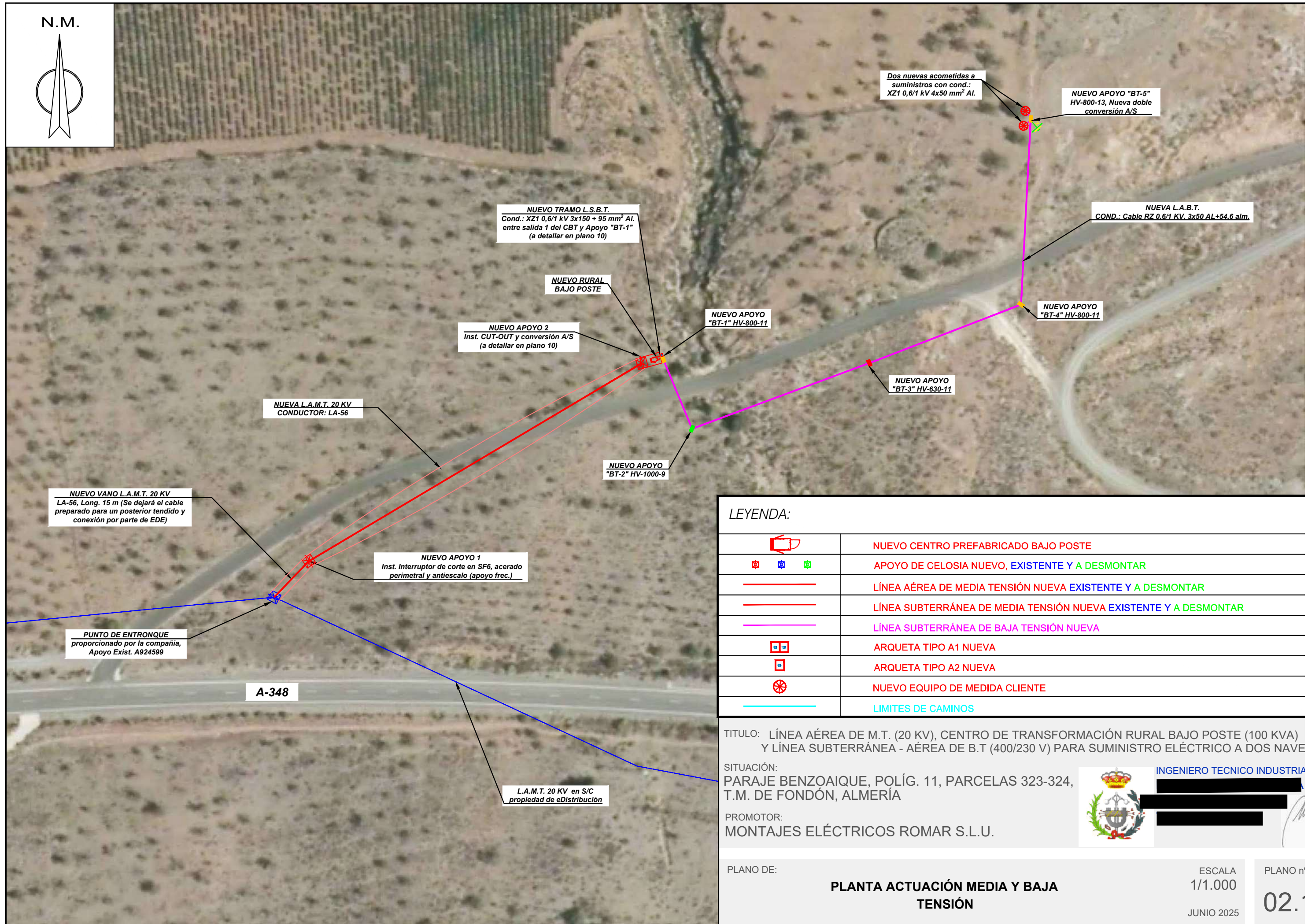
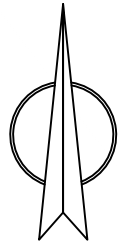
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:
[Redacted Signature]

PLANO DE:
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

ESCALA INDICADAS
JUNIO 2025
PLANO nº
01



N.M.



LEYENDA:

	NUEVO CENTRO PREFABRICADO BAJO POSTE
	APOYO DE CELOSIA NUEVO, EXISTENTE Y A DESMONTAR
	LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN NUEVA EXISTENTE Y A DESMONTAR
	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN NUEVA EXISTENTE Y A DESMONTAR
	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN NUEVA
	ARQUETA TIPO A1 NUEVA
	ARQUETA TIPO A2 NUEVA
	NUEVO EQUIPO DE MEDIDA CLIENTE
	LIMITES DE CAMINOS

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE: **PLANTA ACTUACIÓN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

ESCALA: 1/1.000

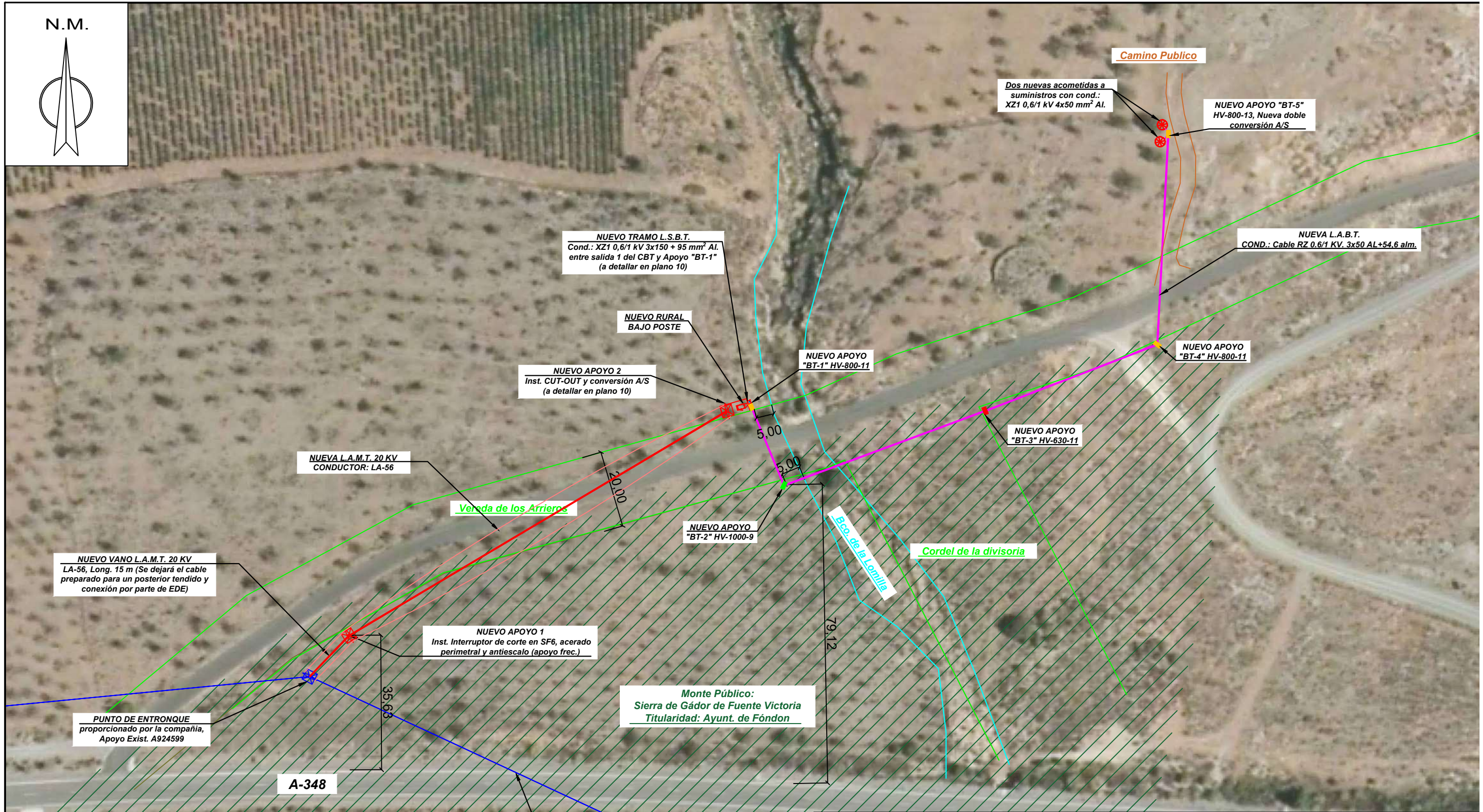
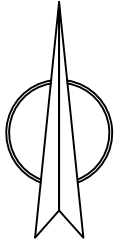
PLANO nº: **02**

JUNIO 2025

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511725, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSW088-WKGG-OWG4-SOS-8K0017-9KX5EM
 Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la conexión e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responde subsidiariamente de los datos que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser manifestados por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



N.M.



LEYENDA:

- INST. EXISTENTE
- INST. NUEVA
- VÍAS PECUARIAS
- CAUCE

TITULO: LÍNEA ÁREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - ÁREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

PLANO DE:

PLANTA AFECCIONES

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL



[Redacted signature area]

ESCALA
1/1.000

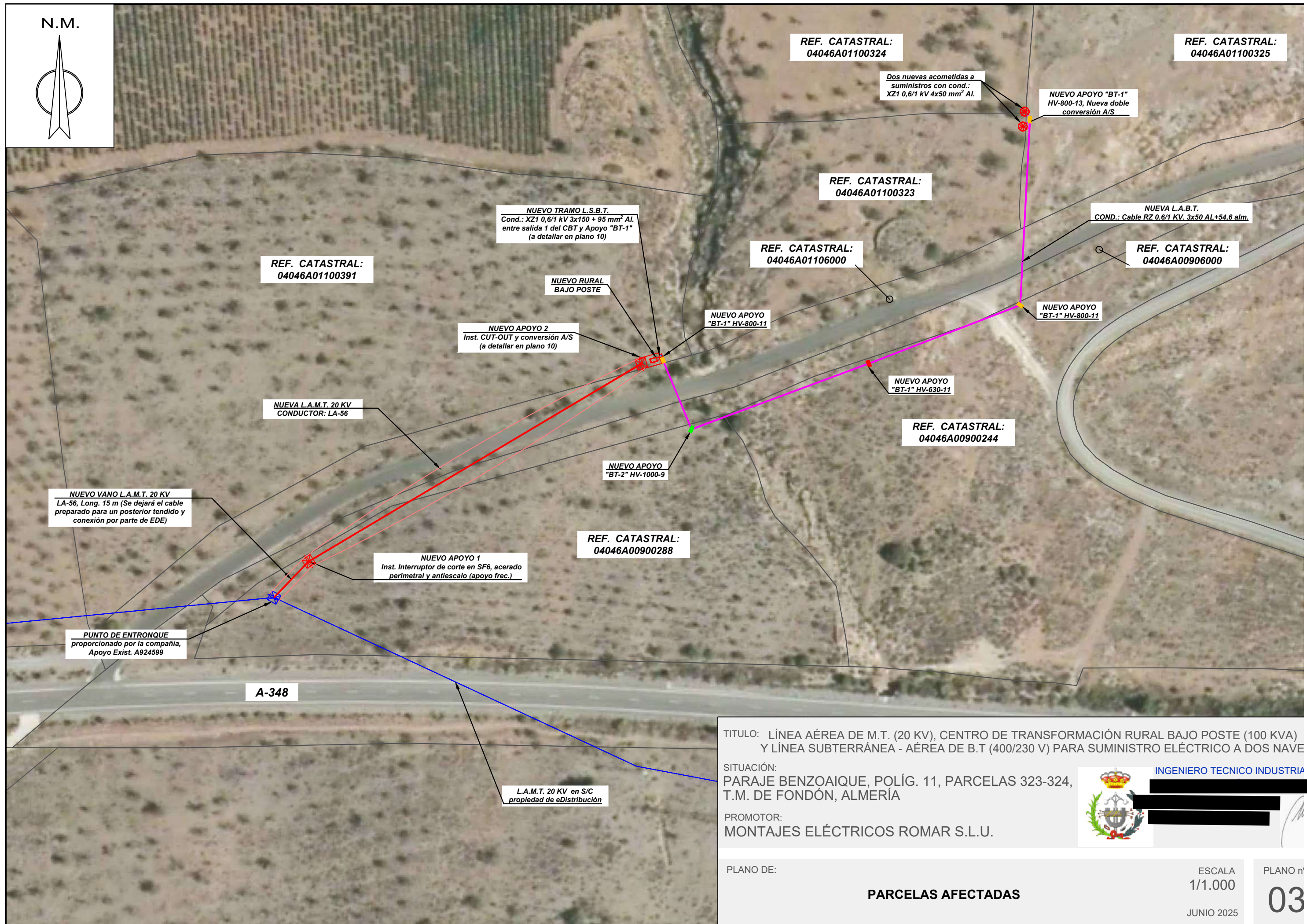
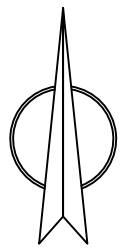
PLANO nº

02.2

JUNIO 2025



N.M.



REF. CATASTRAL:
04046A01100324

REF. CATASTRAL:
04046A01100325

REF. CATASTRAL:
04046A01100323

REF. CATASTRAL:
04046A01100391

REF. CATASTRAL:
04046A01106000

REF. CATASTRAL:
04046A00906000

REF. CATASTRAL:
04046A00900244

REF. CATASTRAL:
04046A00900288

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.



INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE:

PARCELAS AFECTADAS

ESCALA
1/1.000

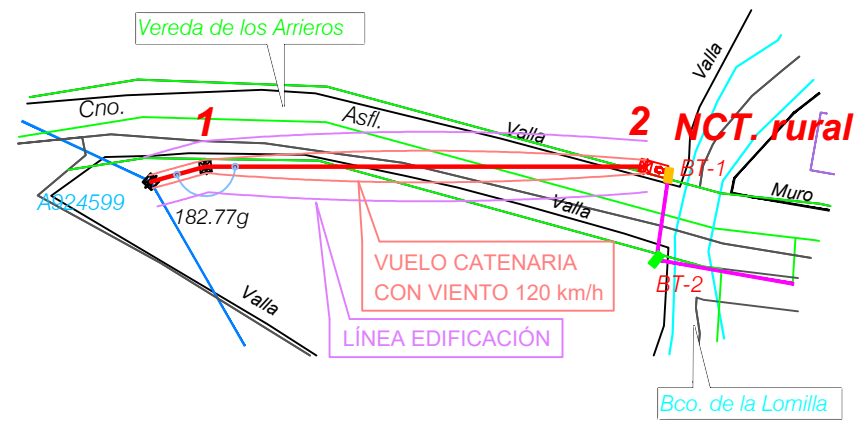
PLANO nº

03

JUNIO 2025

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COG5W088-WKGG-OWG4-SOC-8K0017-9K5SEM Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la conexión e integridad formal de la documentación del trabajo profesional vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responde subsidiariamente de los datos que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser manifestados por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.





T. tensiones y flechas
Tramo 924599-1
Conductor: LA-56

Tem(°C)	Ten(daN)	F (m)
-5°C	369	0.01
0°C	328	0.02
5°C	287	0.02
10°C	246	0.02
15°C	205	0.03
20°C	166	0.03
25°C	128	0.04
30°C	94	0.06
35°C	67	0.08
40°C	50	0.1
45°C	40	0.13
50°C	34	0.15

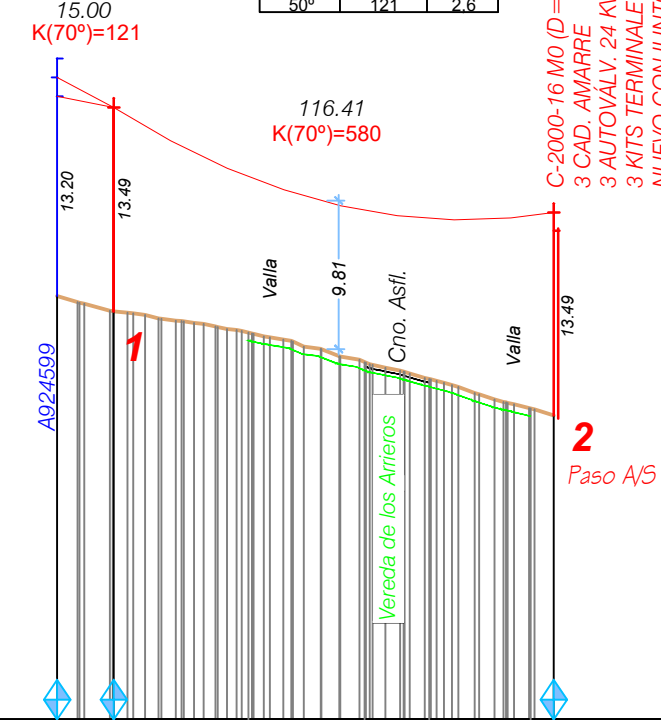
APOYO EXIST.
AM-3600 TR (D=2.50)
1 CRUCETA DERIV.
3 CADENAS AMARRE

C-2000-16 M0 (D=1.50)
6 CAD. AM+ 1 CAD. SUSP.
Interruptor corte SF6 (20 kv)
182.77g

Tabla tensiones-flechas
Tramo 1-2
Conductor/es : LA 56 (1)

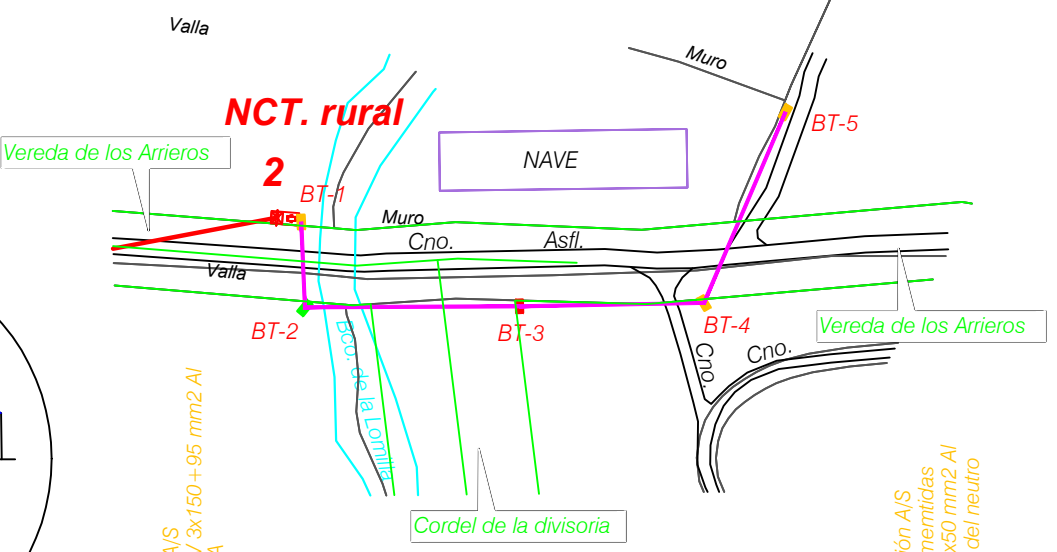
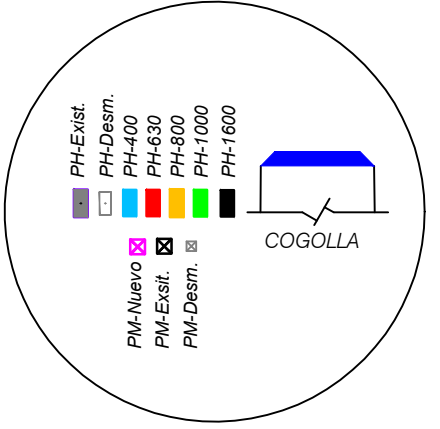
Condición	Ten. (daN)	F (m)
-5°	204	1.54
0°	191	1.65
5°	180	1.75
10°	170	1.86
15°	161	1.96
20°	153	2.06
25°	146	2.15
30°	140	2.25
35°	135	2.34
40°	130	2.43
45°	125	2.52
50°	121	2.6

C-2000-16 M0 (D=1.50)
3 CAD. AMARRE
3 AUTOVALV. 24 KV. 10 KA.
3 KITS TERMINALES
NUEVO CONJUNTO CUT-OUT 12A, 20KV



P. COMPARACIÓN 850 MTS.

Estaca Número	PE	E-101	E-102
Cotas de Terreno	878.01	876.99	870.11
Distancias Parciales	0.00	15.00	116.41
Distancias al Origen	0.00	15.00	131.41
Distancia de Vanos		15.00	116.41



PH-800-11 Nueva conversión AIS Cond.: XZ1 0,6/1 kV 3x150+95 mm2 Al Nueva C.G.P. 250 A

PH-1000-9

PH-630-11

PH-800-11

PH-800-13 Nueva doble conversión AIS para dos nuevas acometidas cond.: XZ1 0,6/1 kV 4x50 mm2 Al Nueva puesta a tierra del neutro

P. COMPARACIÓN 850 MTS.

Estaca Número	E-101	E-103	E-103	E-104	E-105
Cotas de Terreno	869.79	871.57	871.57	870.25	866.58
Distancias Parciales	0.00	22.57	56.80	48.82	49.01
Distancias al Origen	0.00	22.57	79.37	128.19	183.10
Distancia de Vanos		22.57	56.80	48.82	54.90

Diámetro 36 mm. TABLA DE FLECHAS Y TENSIONES
Cable RZ 0.6/1 KV. 3x50 AL+54,6 alm. ZONA B (500 a 1000 m.) T. MÁXIMA= 500 Kg

Vano	50° C	40° C	35° C	30° C	25° C	20° C	15° C	10° C	5° C	0° C	0° C+Hb	250g
20	169	0.24	205	0.20	227	0.18	252	0.16	279	0.14	308	0.13
25	178	0.36	207	0.31	224	0.28	244	0.26	267	0.24	292	0.21
30	184	0.50	208	0.44	222	0.41	238	0.38	257	0.35	277	0.33
35	189	0.66	208	0.59	220	0.56	233	0.53	248	0.50	264	0.47
40	193	0.84	209	0.77	219	0.74	230	0.71	242	0.67	255	0.64
45	196	1.05	210	0.98	218	0.94	227	0.90	236	0.87	247	0.83
50	198	1.28	211	1.20	217	1.16	225	1.13	232	1.09	241	1.05
60	202	1.80	211	1.73	216	1.69	221	1.65	227	1.61	233	1.56
70	204	2.43	211	2.35	215	2.30	219	2.27	223	2.22	228	2.18
80	204	3.18	209	3.10	212	3.06	215	3.02	218	2.97	221	2.93
90	203	4.04	208	3.95	210	3.91	212	3.87	214	3.83	217	3.78
100	203	4.99	206	4.91	208	4.86	210	4.82	212	4.78	214	4.74

Carga rotura = 1660 daN Viento = 50 Kg/m2. Peso = 0.81kg/m. F = Flecha en metros T = Tensión en Kp

k= 244

LEYENDA

- CENTRO DE TRANSF. NUEVO
- APOYO CELOSÍA M.T. NUEVO
- APOYO CELOSÍA M.T. EXISTENTE
- APOYO CELOSÍA M.T. A DESMONTAR
- TRAMO DE LÍNEA AÉREA M.T. NUEVO
- TRAMO DE LÍNEA AÉREA M.T. NUEVO EXISTENTE
- APOYO DE HORMIGON (Ver esfuerzo)
- L.A.B.T. Cable RZ 0,6/1 KV. 3x50 AL+54,6 alm.

COORDENADAS UTM. (ETRS-89 H30)

Poste Nº	X	Y	Observaciones
BT-1	511647.73	4092511.45	FL.
BT-2	511656.34	4092490.59	AM-ANG.
BT-3	511709.61	4092510.31	AM-ANG.
BT-4	511755.16	4092527.88	AM-ANG.
BT-5	511758.07	4092582.70	FL.
A924599	511530.86	4092440.00	ENTRONQUE
1	511541.24	4092450.83	FL-ANG
2	511641.32	4092510.28	FL-SUBT.

NOTAS

- LOS APOYOS SELECCIONADOS CORRESPONDEN AL MODELO UNESA PARA UNA CONSTANTE DEL TERRENO DE 8 kg/cm³
- LAS COORDENADAS REPRESENTADAS SON ABSOLUTAS, GEORREFRENCIADAS CON LAS BASES DE LA RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO (R.A.P.) Y EL GPS EMPLEADO ES UNA PAREJA DE LA MARCA LEICA, MODELO GS-14

- LAS DISTANCIAS Y SUPERFICIES REPRESENTADAS EN PERFIL Y RELACIÓN DE PROPIETARIOS (RBDA) ESTÁN CALCULADAS SEGÚN EL / PLANO OFICIAL DEL CATASTRO

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

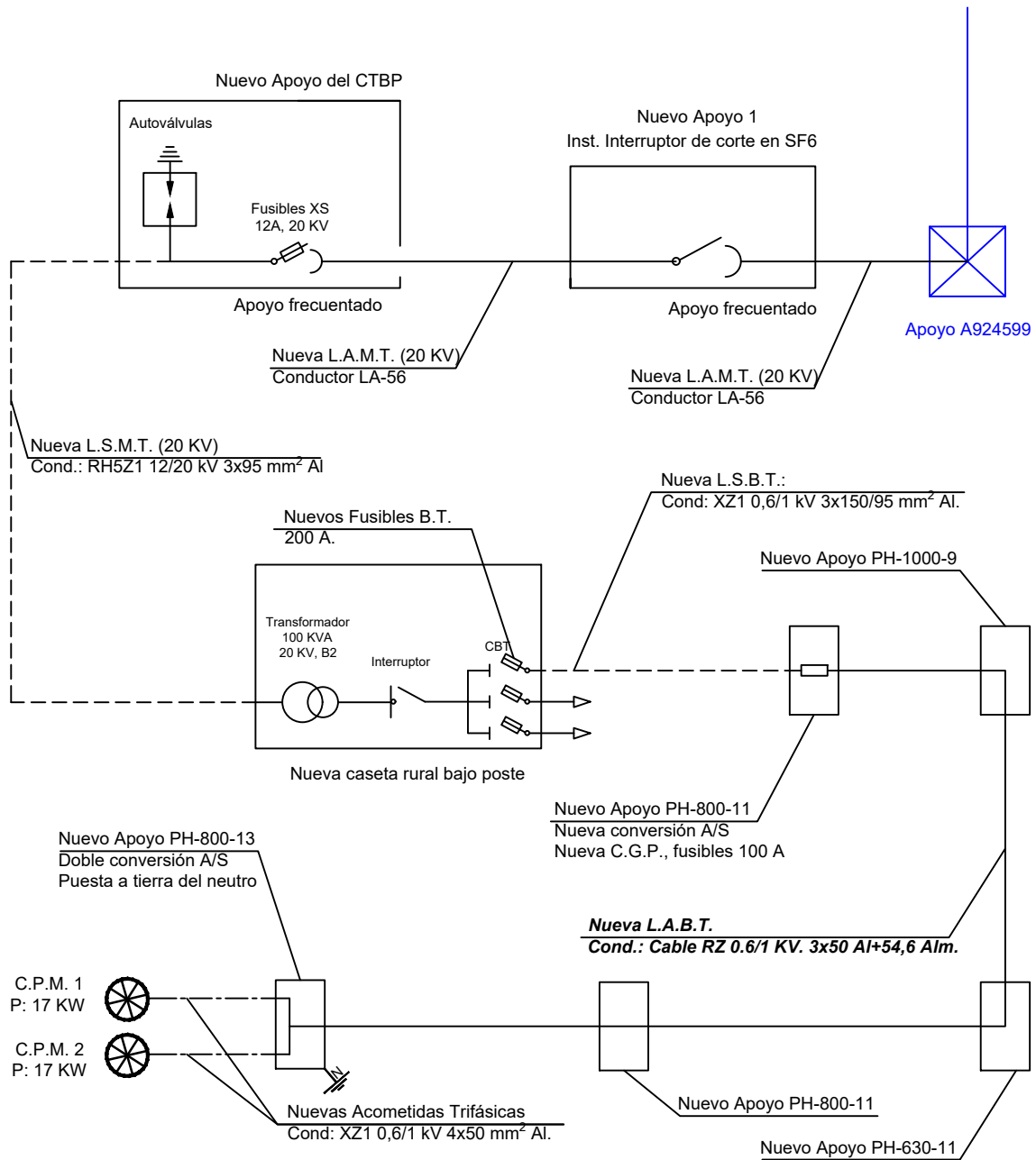
SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

ESCALA H=1/2000 V=1/500 JUNIO 2025

PLANO nº 04



LEYENDA:



- INSTALACIÓN EXISTENTE
- INSTALACIÓN NUEVA

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE:

ESQUEMA UNIFILAR

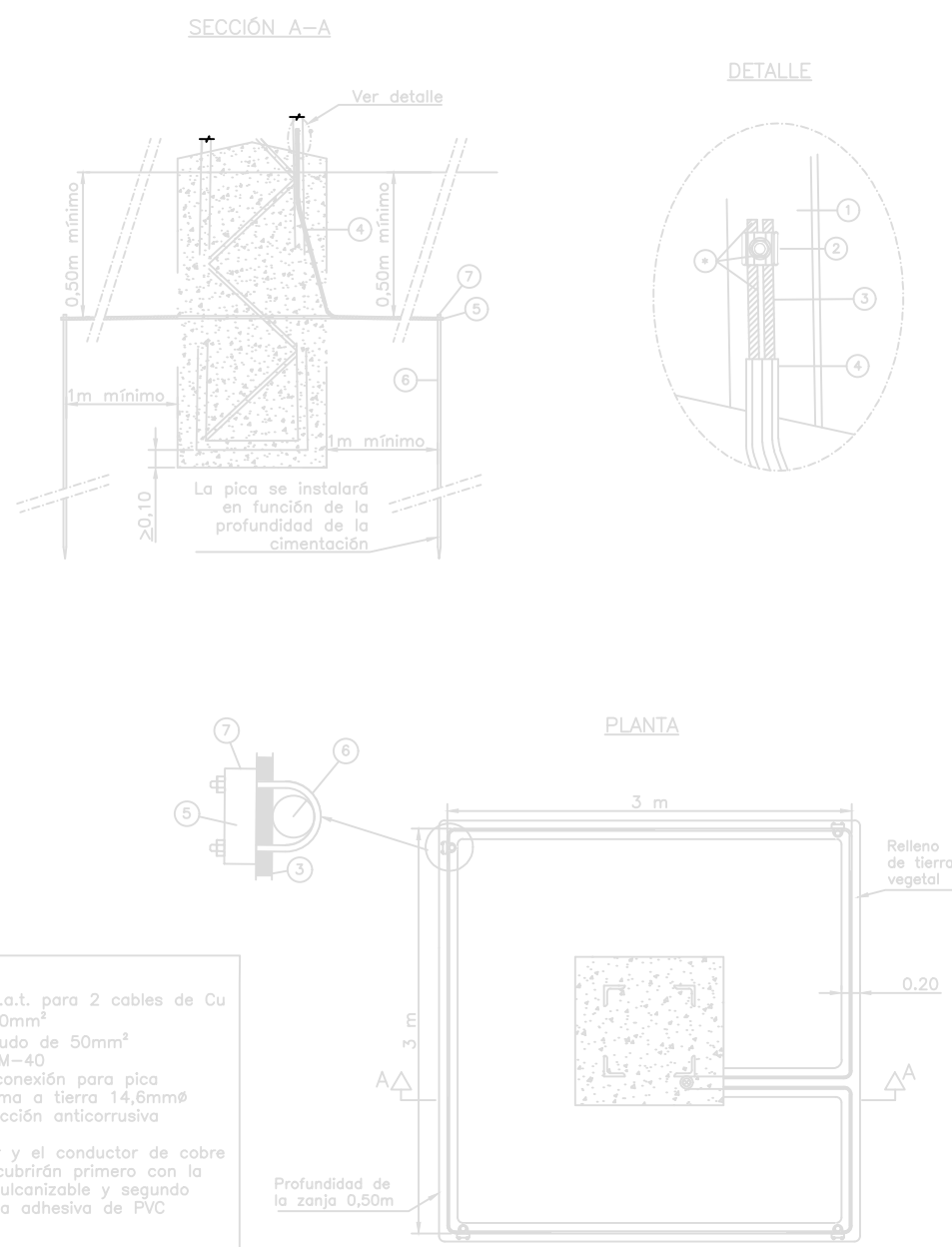
ESCALA
S/E

JUNIO 2025

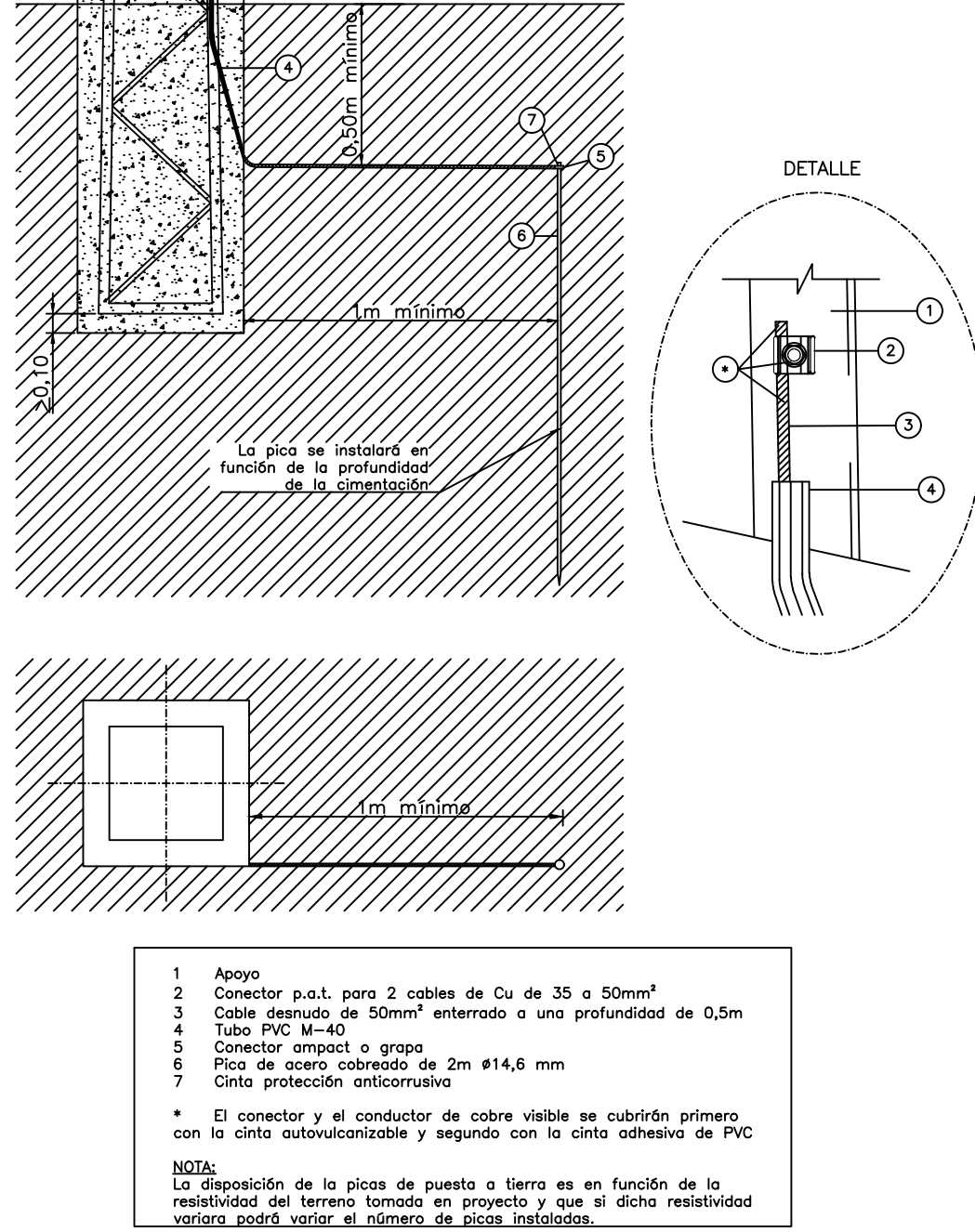
PLANO n

05

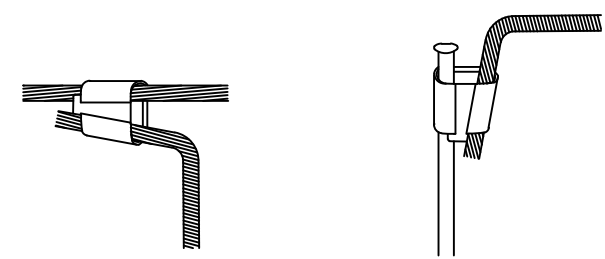
APOYO FRECUENTADO



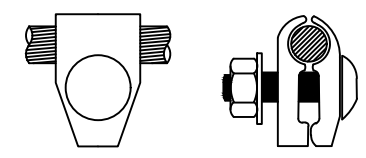
APOYO NO FRECUENTADO



CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA



GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



NOTA
 - Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES

SITUACIÓN:
 PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
 MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

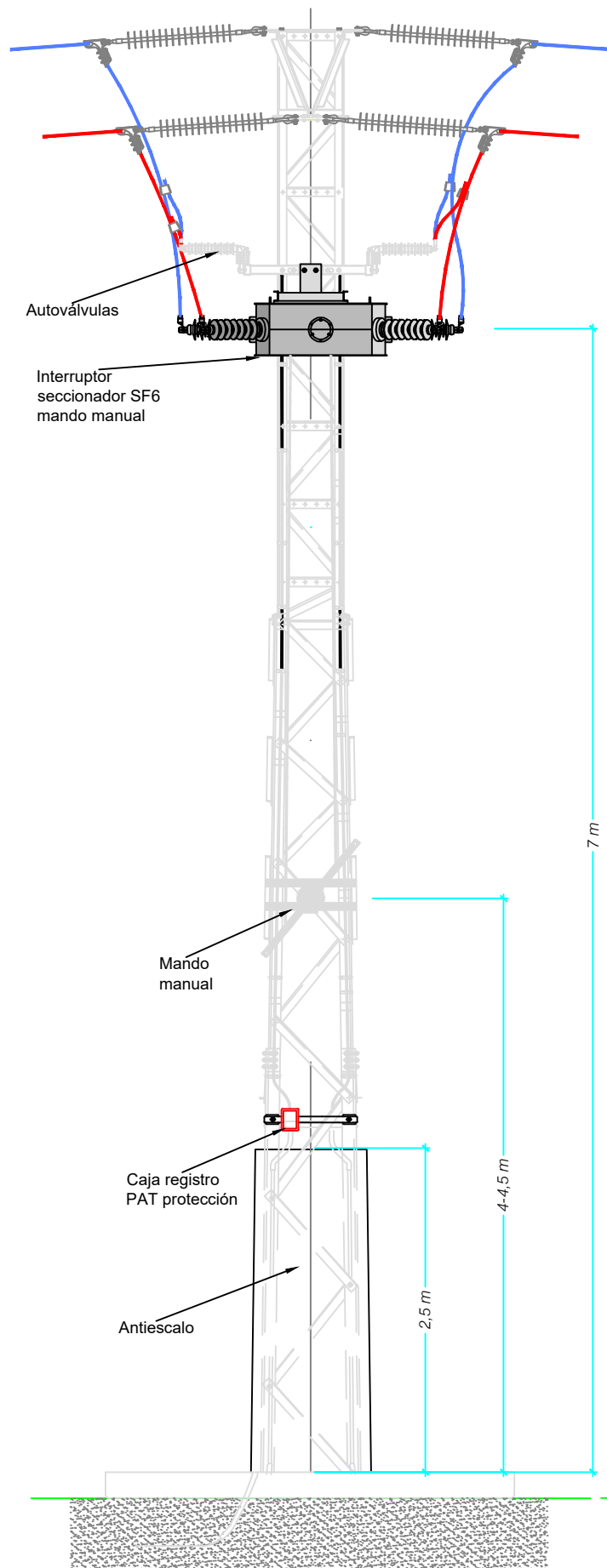
PLANO DE: **DETALLES PUESTA A TIERRA APOYOS**

ESCALA: S/E

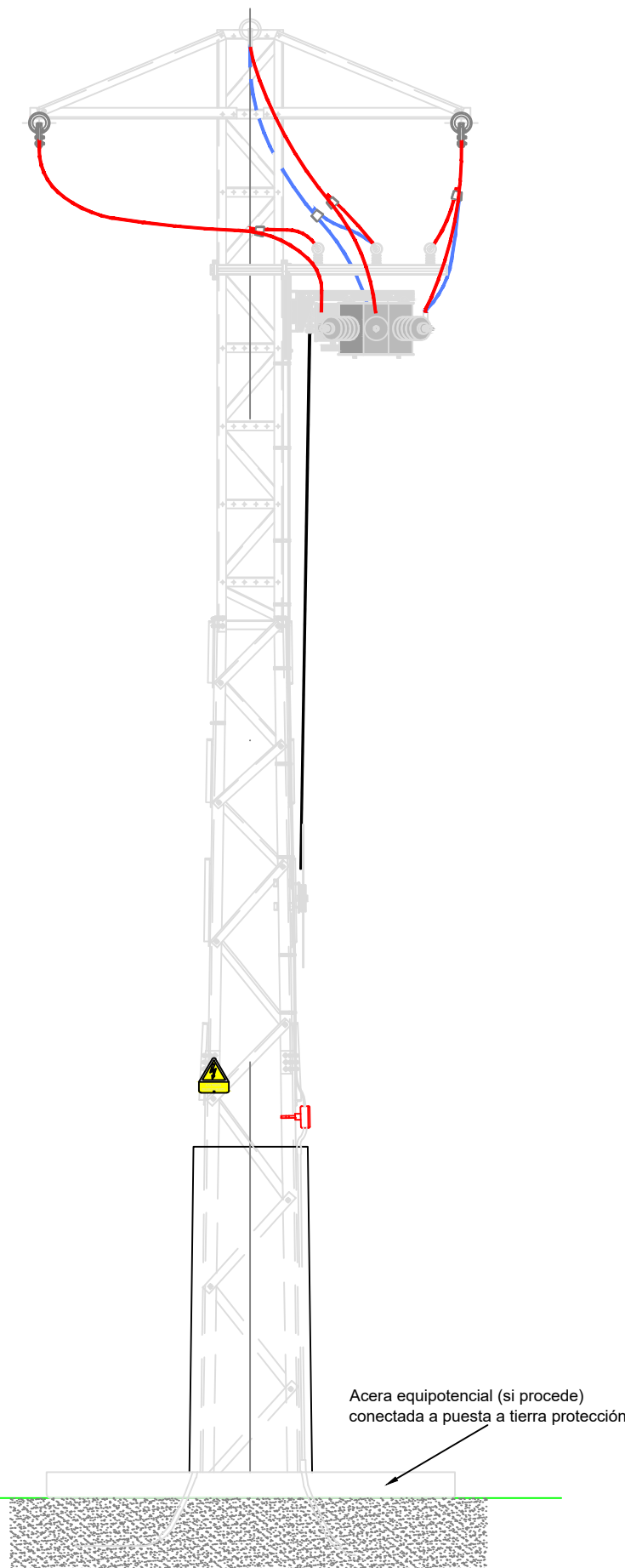
PLANO nº: **06**

JUNIO 2025

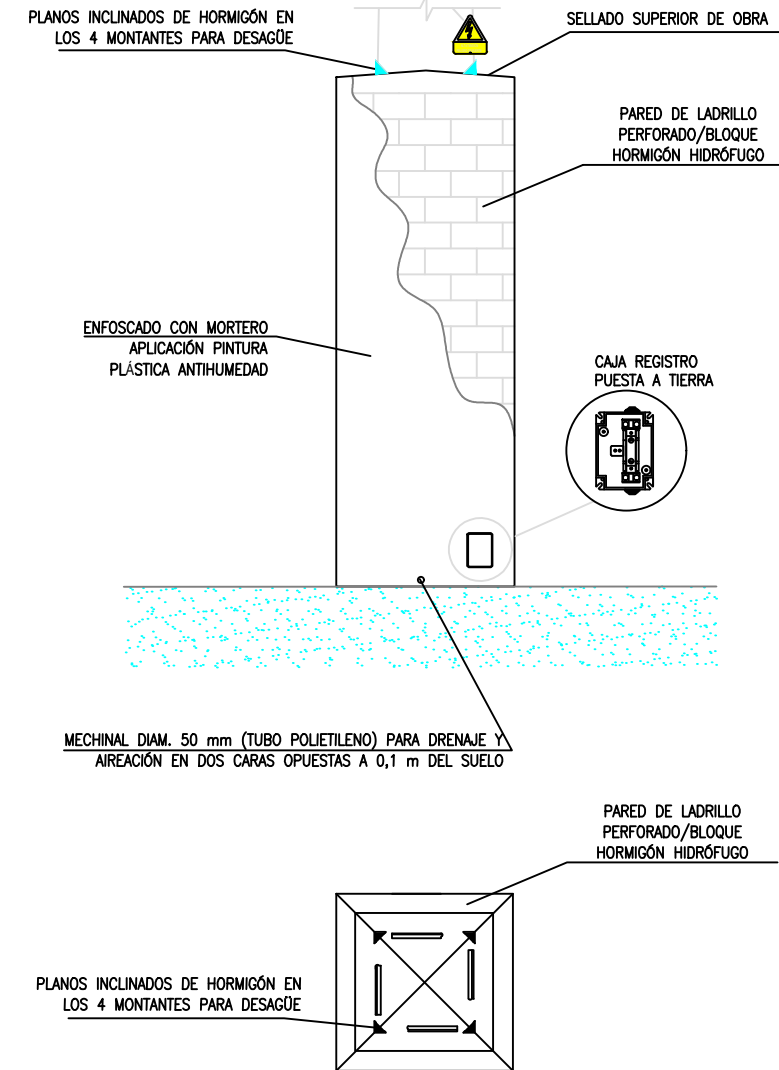
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



ANTI ESCALO



* Puesta a tierra tipo apoyo frecuentado

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE:

INTERRUPTOR DE CORTE EN SF6

ESCALA S/E

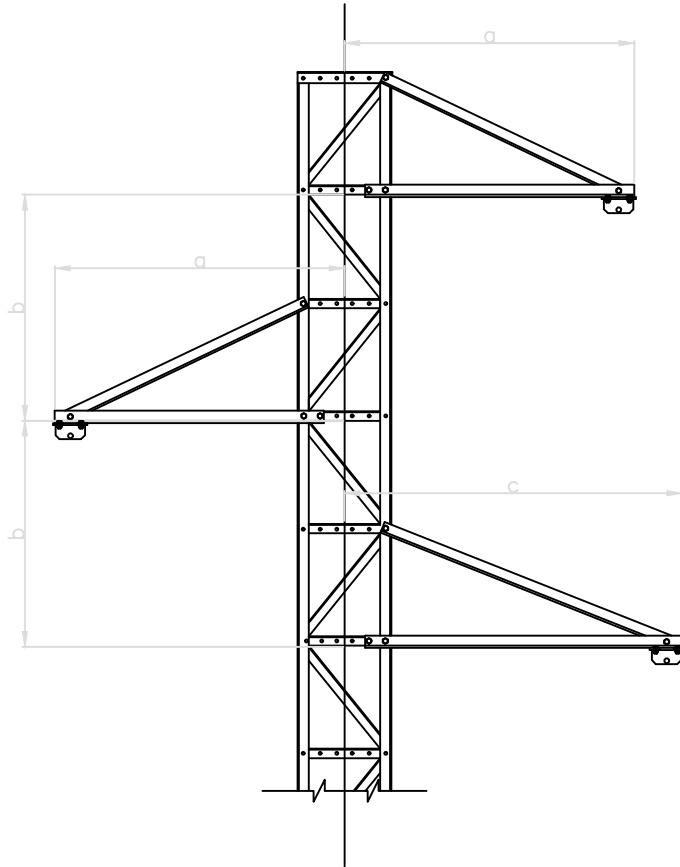
JUNIO 2025

PLANO nº

07



MONTAJE TRESBOLILLO

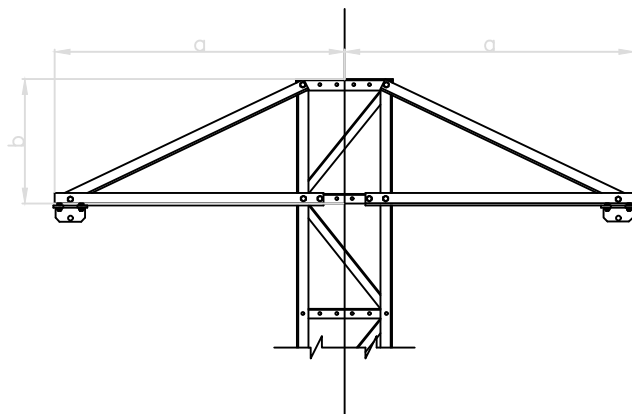


TRESBOLILLO			
	a	b	c
TB1	1.50	1.20	1.75
TB2	1.50	1.80	1.75
TB3	1.75	1.20	2.00
TB4	1.75	1.80	2.00
TB5	2.00	1.80	2.00

* medidas en metros

NOTA: Disposición simétrica de crucetas (a=c) también podrá considerarse válida

MONTAJE TRIANGULO



TRIANGULO		
	a	b
TR1	1.50	0.60
TR2	1.75	0.60
TR3	2.00	0.60

* medidas en metros

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.



INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL



PLANO DE:

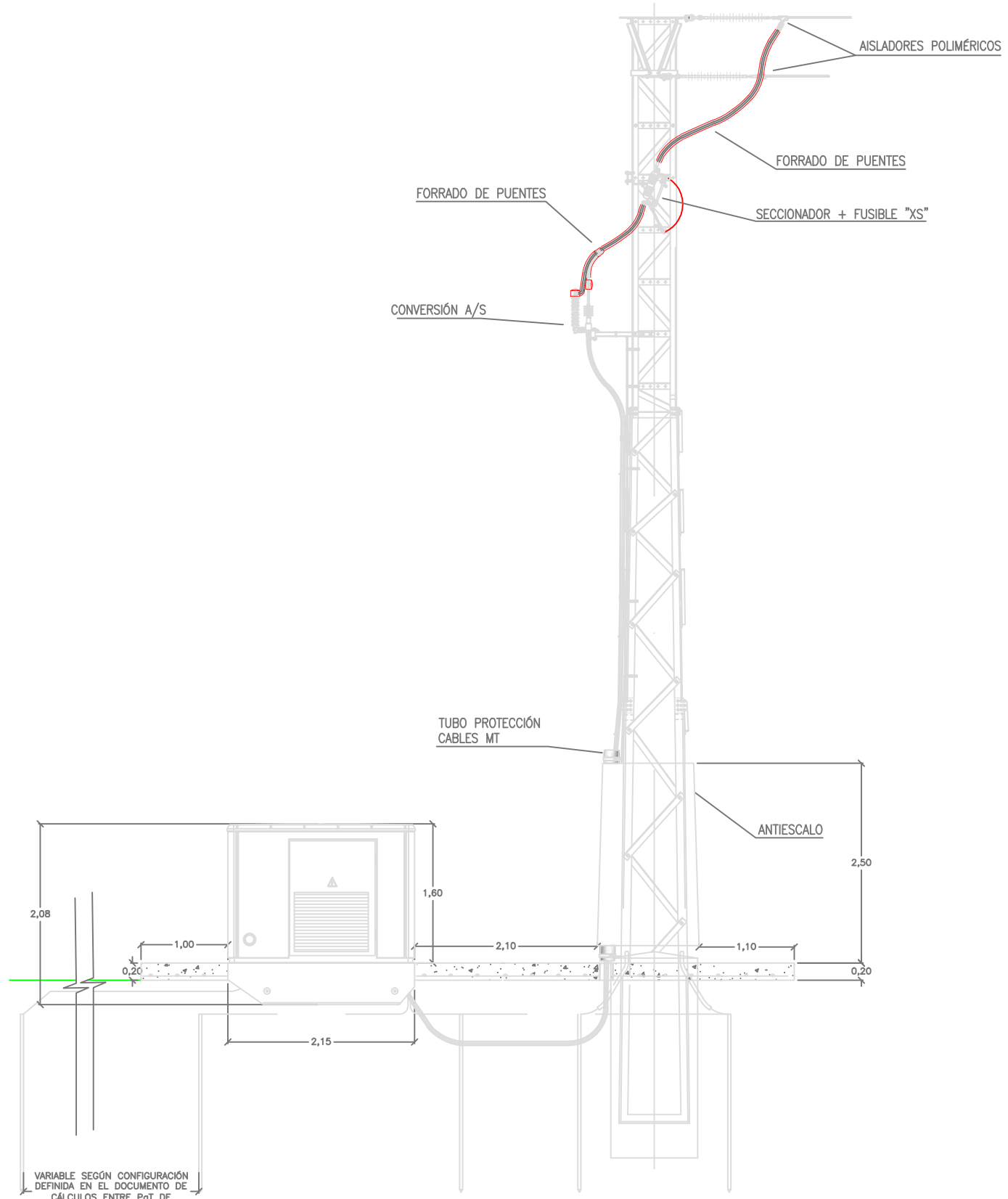
ARMADOS APOYOS CELOSIA

ESCALA
S/E

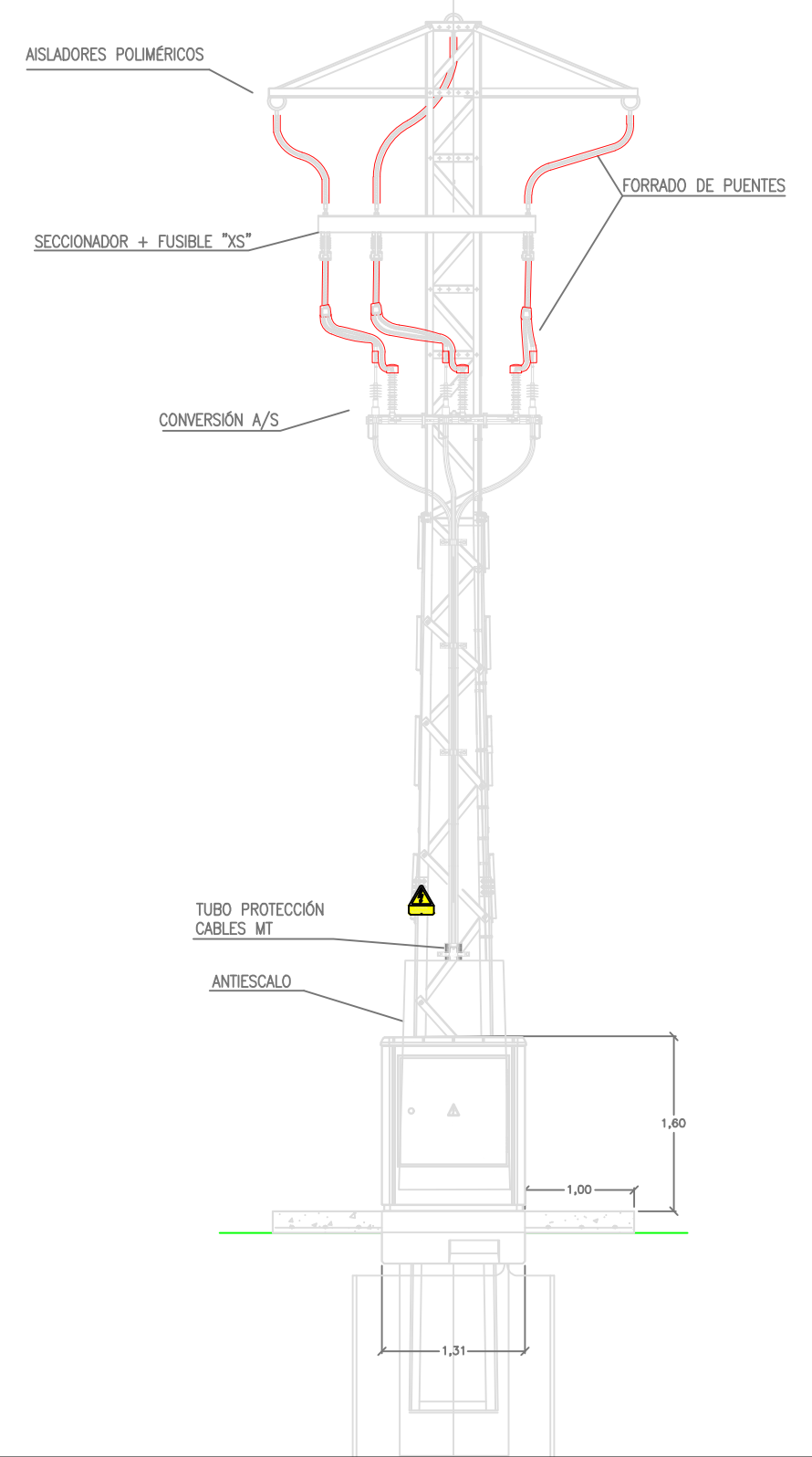
PLANO n

08

JUNIO 2025



VARIABLE SEGÚN CONFIGURACIÓN DEFINIDA EN EL DOCUMENTO DE CÁLCULOS ENTRE POT DE PROTECCIÓN Y SERVICIO



TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
 PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
 T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
 MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE: **MONTAJE CT PREFABRICADO BAJO POSTE CON MANIOBRA EN APOYO ANTERIOR**

ESCALA S/E

PLANO nº **09**

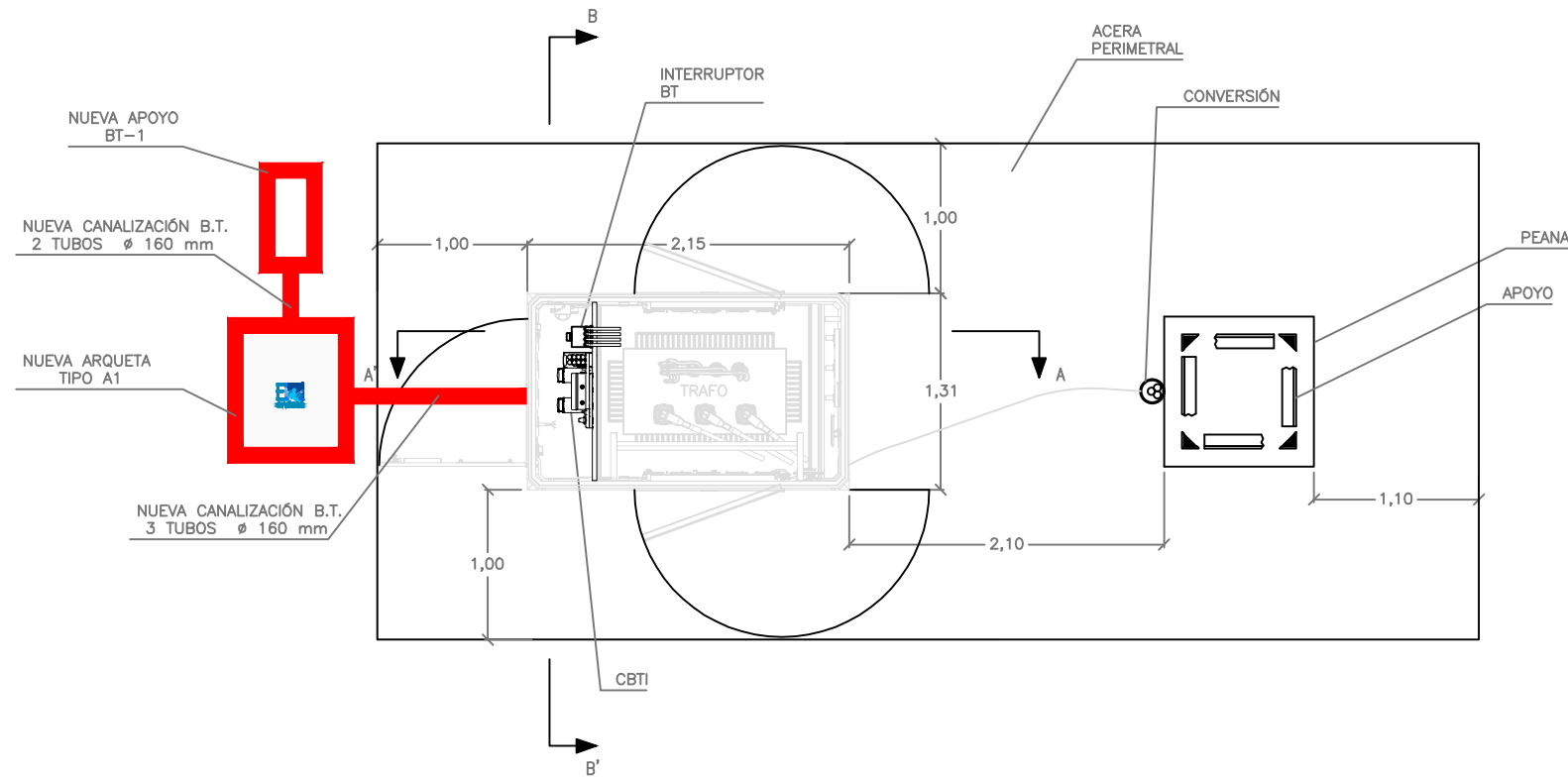
JUNIO 2025



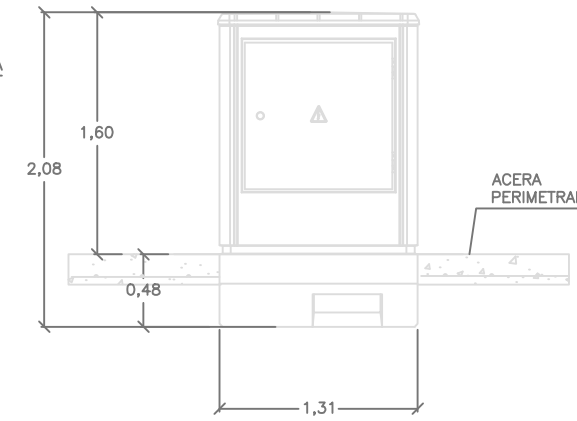
Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSW088-WKGG-OWG4-SOSO-8KO017-9KX5EM
 Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional de autor y la conexión e integridad formal de la documentación de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responde subsidiariamente de los datos que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



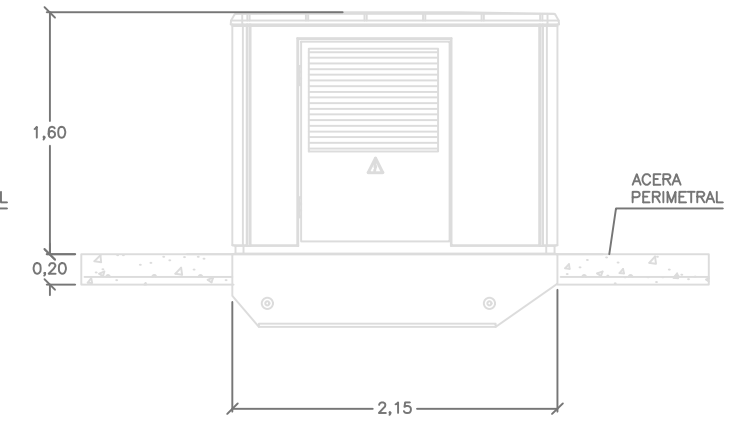
PLANTA APOYO Y CT



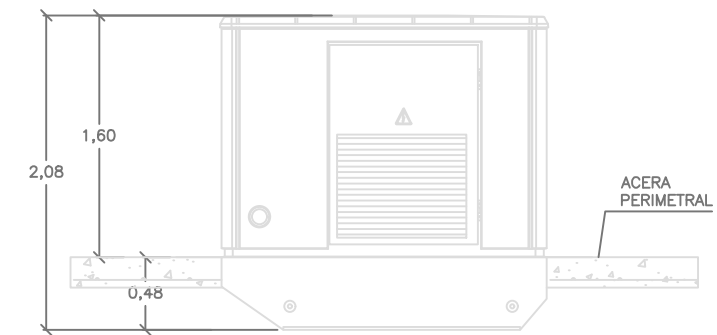
VISTA LATERAL DERECHA



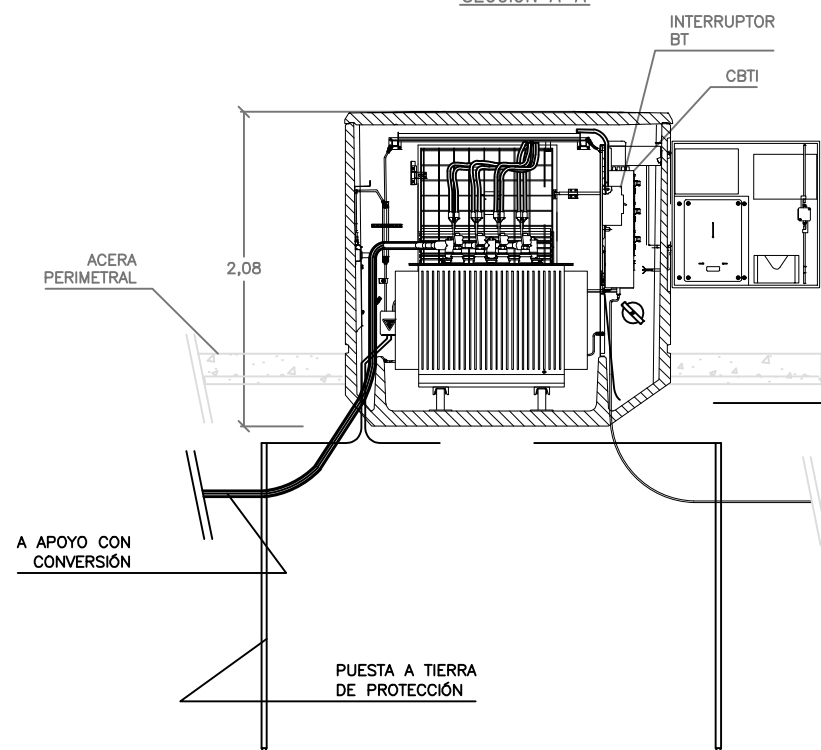
VISTA FRONTAL



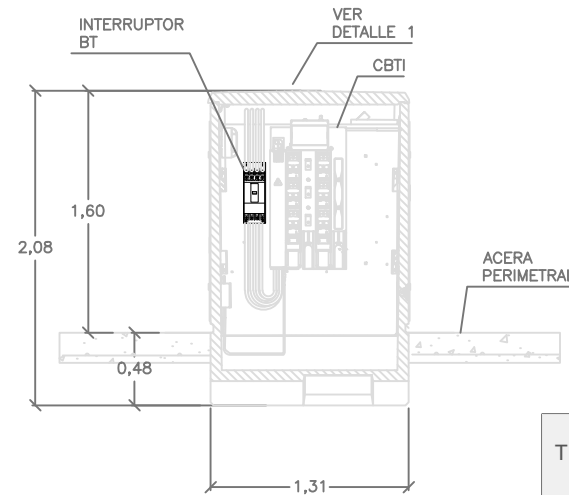
VISTA POSTERIOR



SECCIÓN A-A'



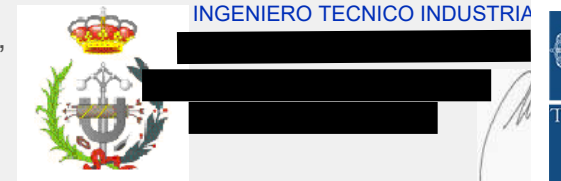
SECCIÓN B-B'



TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES

SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.



PLANO DE:

C.T. PREFABRICADO BAJO POSTE

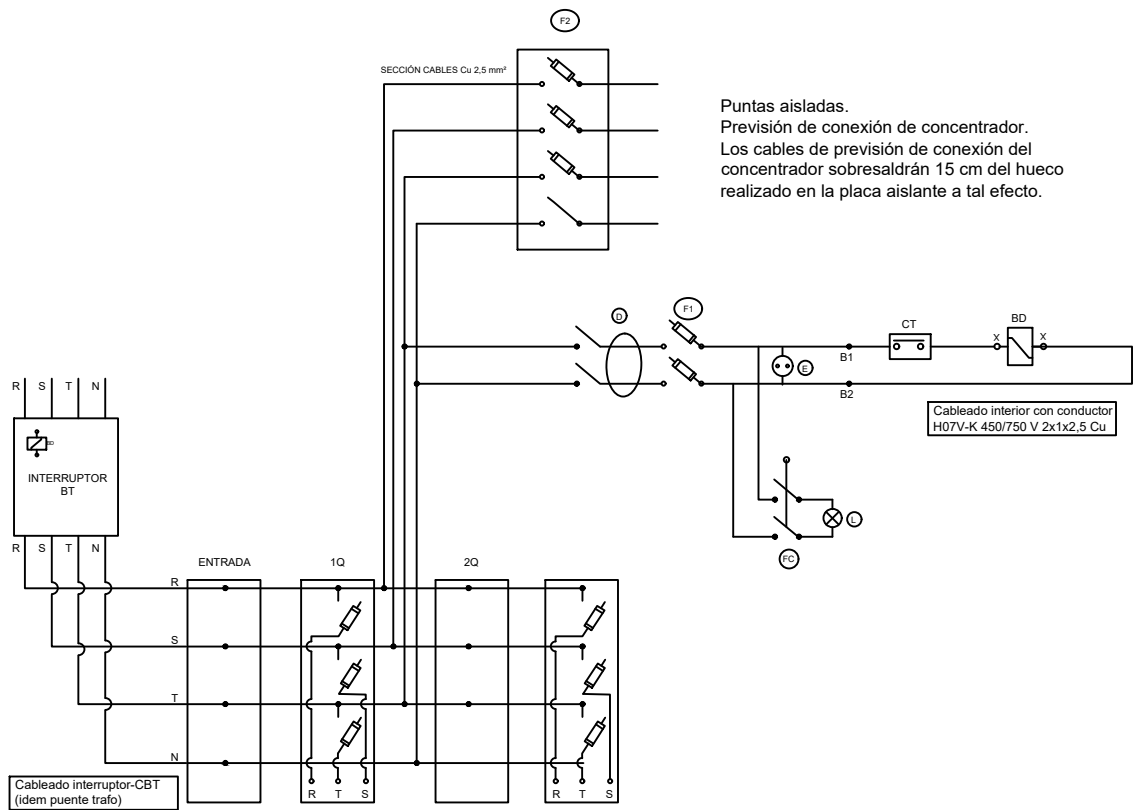
ESCALA 1/50

JUNIO 2025

PLANO nº

10





DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
B	BORNAS DE PASO
E	BASE ENCHUFE BIPOLAR 10 A
FC	FINAL DE CARRERA
L	LÁMPARA
D	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 30 mA (40A/50kA)
F1	FUSIBLES ALUMBRADO/TOMA DE CORRIENTE (10A/50kA) 10x38
F2	FUSIBLES TELEGESTIÓN CONTADORES (2A/50kA)
CT	CONTACTO TERMÓMETRO TRANSFORMADOR
BD	BOBINA DISPARO INTERRUPTOR BT (220 Vca)

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

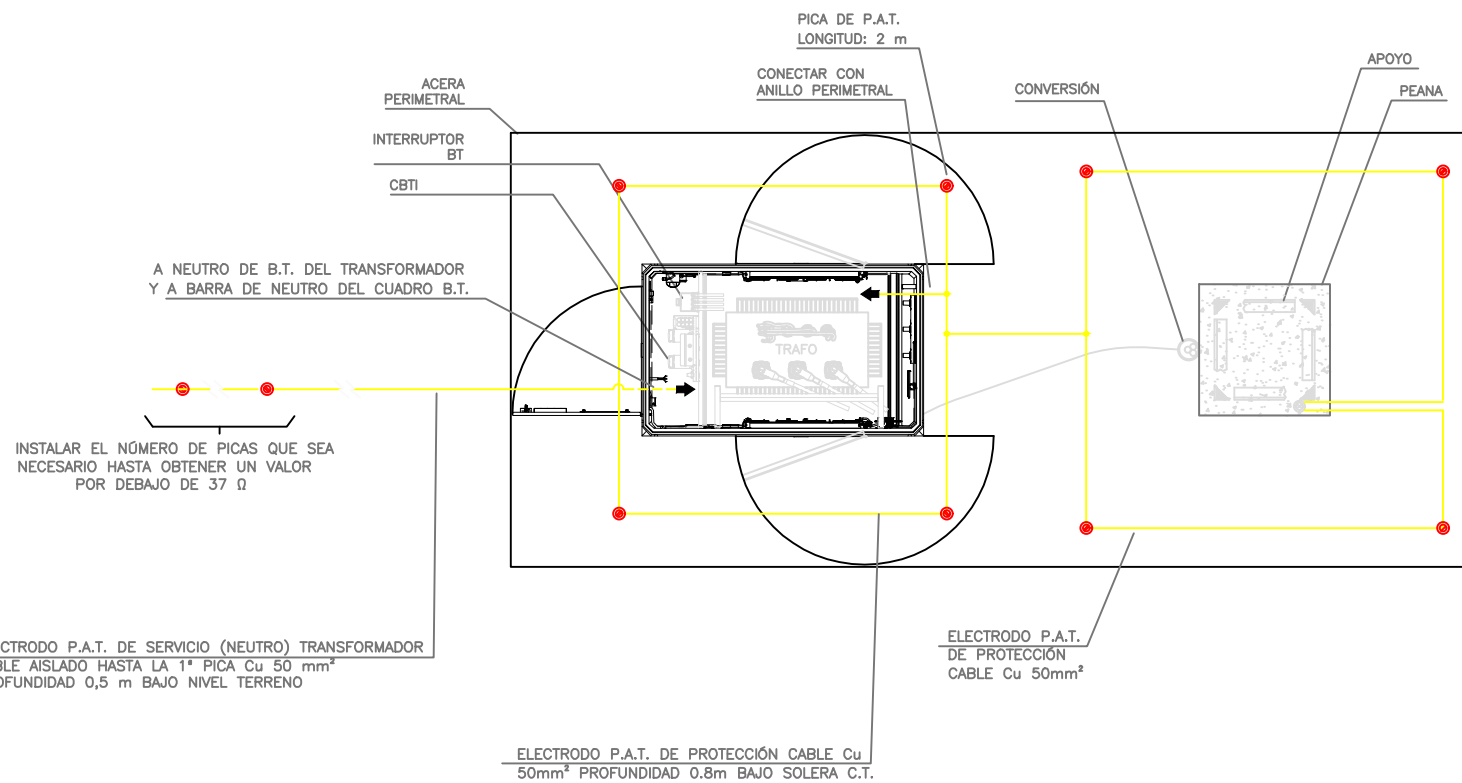
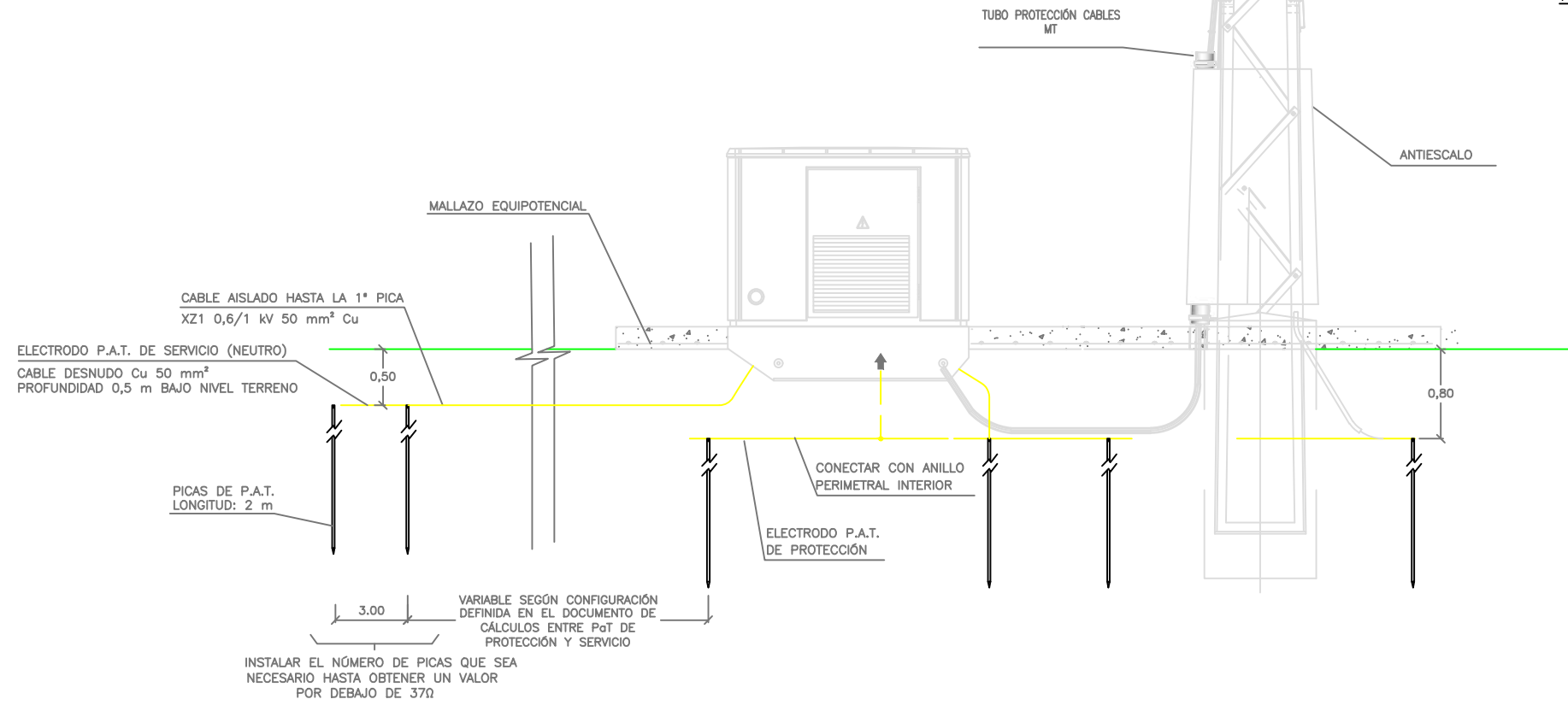
PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE:
DETALLE CONEXIÓN INTERRUPTOR BT

ESCALA
S/E
PLANO n
11
JUNIO 2025

ALZADO APOYO Y CT



- NOTAS:**
- * SE CONECTARÁN A LA P.A.T. DE PROTECCIÓN LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:
 - ENVOLTURAS Y PANTALLAS METÁLICAS DE LOS CABLES DE M.T.
 - ENVOLVENTES METÁLICAS DE LOS CUADROS DE B.T
 - CUBA DEL TRANSFORMADOR
 - BORNAS DE TIERRA DE LOS DETECTORES DE TENSIÓN
 - PANTALLAS O ENREJADOS DE PROTECCIÓN
 - MARCO METÁLICO DE LOS CANALES DE CABLES
 - * AL OBJETO DE EVITAR LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO, SE CONECTARÁ EL MALLAZO EQUIPOTENCIAL AL ANILLO PERIMETRAL Y ÉSTE AL ELECTRODO DE P.A.T. DE PROTECCIÓN EN DOS PUNTOS OPUESTOS
 - * A LA P.A.T. DE SERVICIO (NEUTRO) SE CONECTARÁ LA BORNA DEL NEUTRO DE B.T. DEL TRANSFORMADOR Y LA PLETINA DE NEUTRO DEL CUADRO DE B.T.

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE:

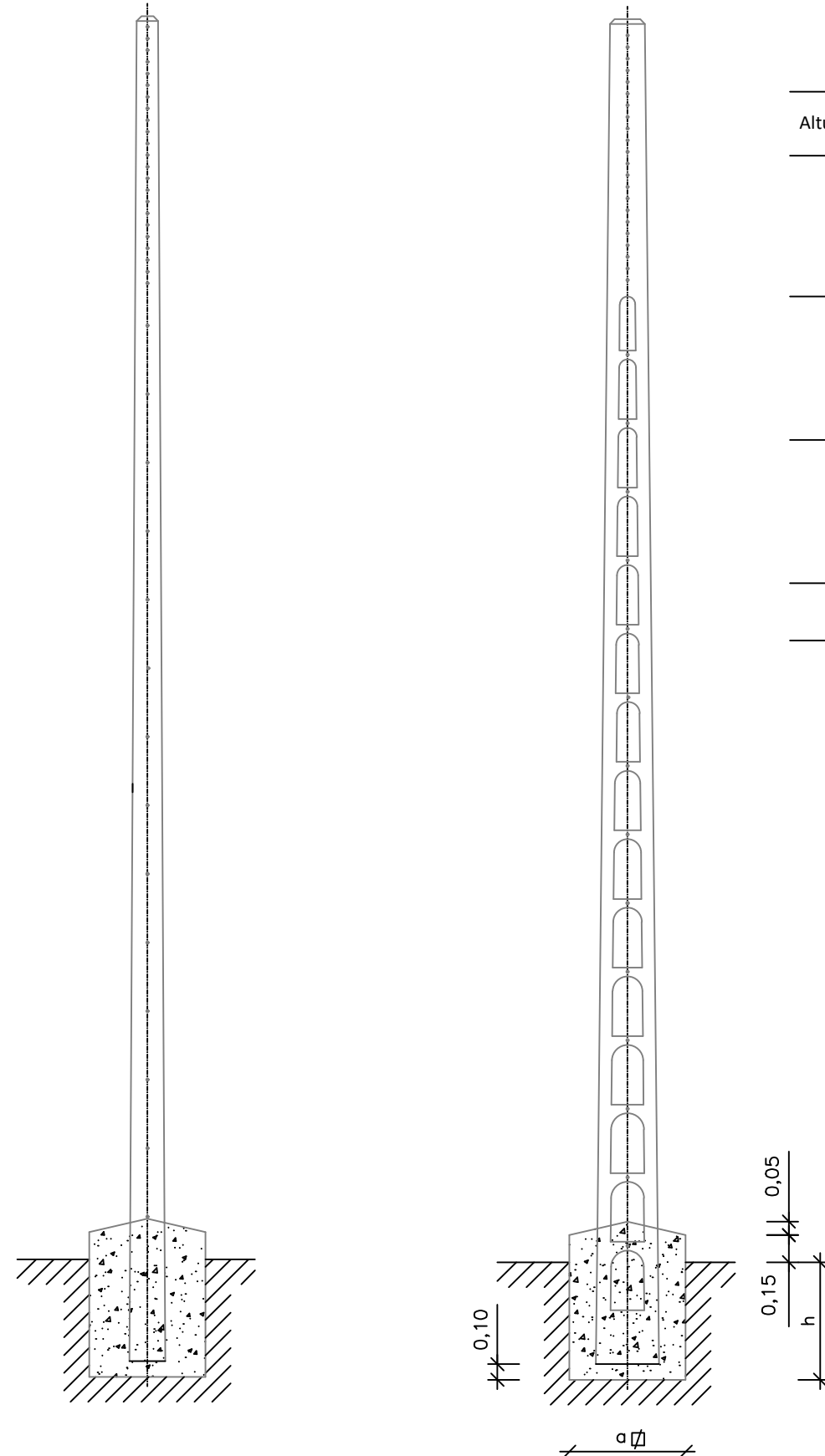
PUESTA A TIERRA

ESCALA
S/E

JUNIO 2025

PLANO nº

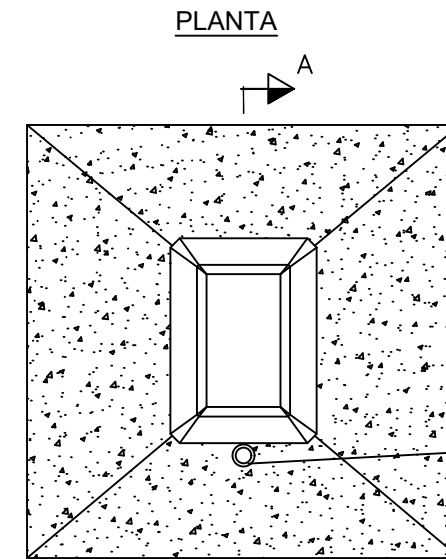
12



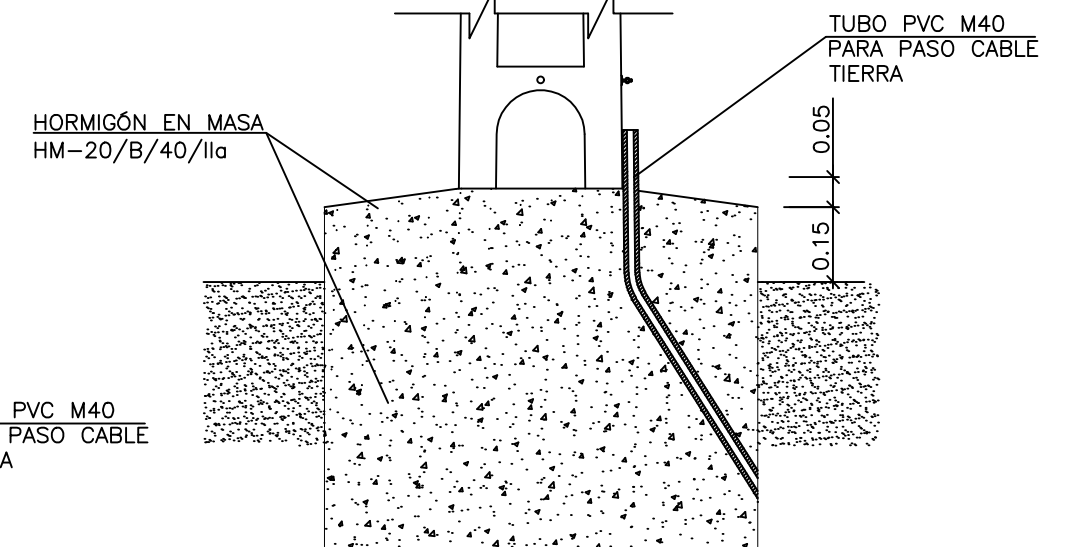
CIMENTACIONES

APOYO		TIPO DE TERRENO											
		Flojo (K=8)				Normal (K=12)				Rocoso (K=16)			
		Dimensiones		Volumen		Dimensiones		Volumen		Dimensiones		Volumen	
Altura (m)	Esfuerzo (daN)	a (m)	h (m)	Excavación (m³)	Hormigonado (m³)	a (m)	h (m)	Excavación (m³)	Hormigonado (m³)	a (m)	h (m)	Excavación (m³)	Hormigonado (m³)
9	250	0.70	1.50	0.74	0.71	0.50	1.50	0.38	0.31	0.50	1.50	0.38	0.31
	400	0.90	1.50	1.22	1.22	0.70	1.50	0.74	0.68	0.60	1.50	0.54	0.47
	630	1.10	1.50	1.82	1.88	0.90	1.50	1.22	1.22	0.80	1.50	0.96	0.93
	800	1.20	1.50	2.16	2.27	1.00	1.50	1.50	1.53	0.90	1.50	1.22	1.22
	1000	1.40	1.50	2.94	3.10	1.20	1.50	2.16	2.23	1.00	1.50	1.50	1.50
11	400	0.80	1.70	1.09	1.03	0.60	1.70	0.62	0.50	0.50	1.70	0.43	0.30
	630	1.00	1.70	1.70	1.70	0.80	1.70	1.09	1.03	0.60	1.70	0.62	0.50
	800	1.10	1.70	2.06	2.09	0.90	1.70	1.38	1.34	0.80	1.70	1.09	1.03
	1000	1.30	1.70	2.88	2.94	1.10	1.70	2.06	2.05	0.90	1.70	1.38	1.30
	1600	1.60	1.70	4.36	4.57	1.40	1.70	3.34	3.45	1.20	1.70	2.45	2.48
13	400	0.70	1.90	0.94	0.81	0.50	1.90	0.48	0.31	0.50	1.90	0.48	0.31
	630	0.90	1.90	1.54	1.47	0.70	1.90	0.94	0.81	0.50	1.90	0.48	0.31
	800	1.00	1.90	1.90	1.86	0.80	1.90	1.22	1.12	0.60	1.90	0.69	0.54
	1000	1.20	1.90	2.74	2.72	0.90	1.90	1.54	1.42	0.70	1.90	0.94	0.76
	1600	1.50	1.90	4.28	4.40	1.30	1.90	3.22	3.24	1.00	1.90	1.90	1.81
15	800	0.90	2.10	1.71	1.59	0.70	2.10	1.03	0.87	0.50	2.10	0.53	0.32
	1000	1.00	2.10	2.10	1.97	0.80	2.10	1.35	1.15	0.60	2.10	0.76	0.52

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA



SECCIÓN A-A



TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE:

DETALLES BT: APOYOS DE HORMIGÓN

ESCALA
S/E

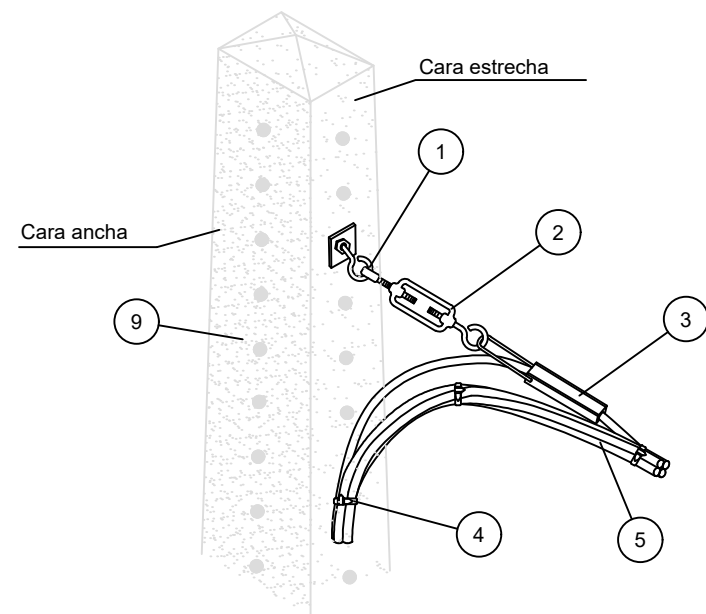
PLANO nº

13

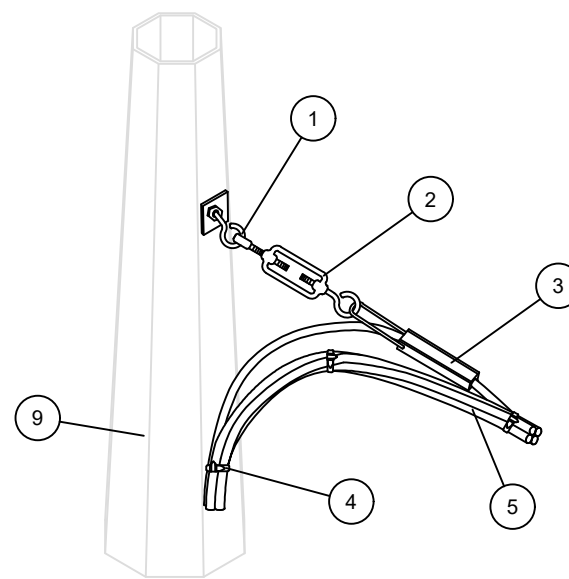
JUNIO 2025

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252. CSV: COGSW088-WKGG-OWG4-SOSO-8K0017-9K5SEM
 Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la conexión e integridad formal de la documentación de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responde subsidiariamente de los datos que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

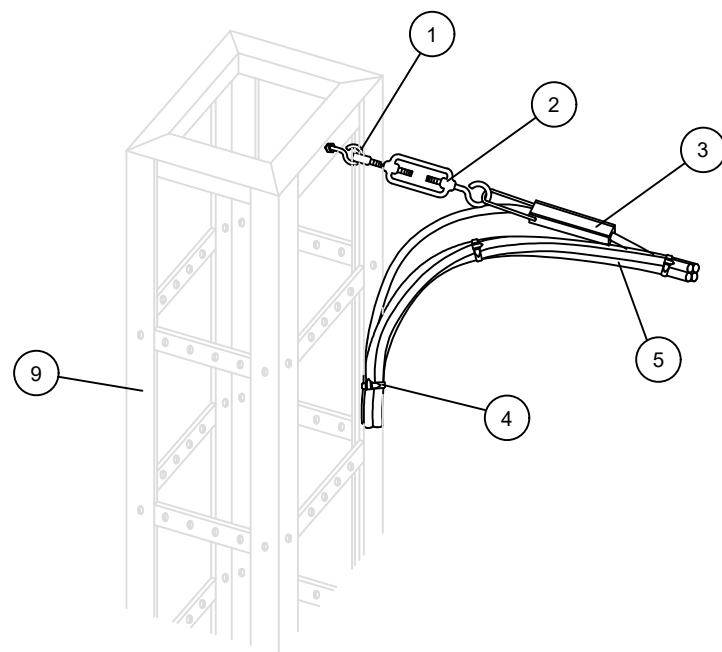




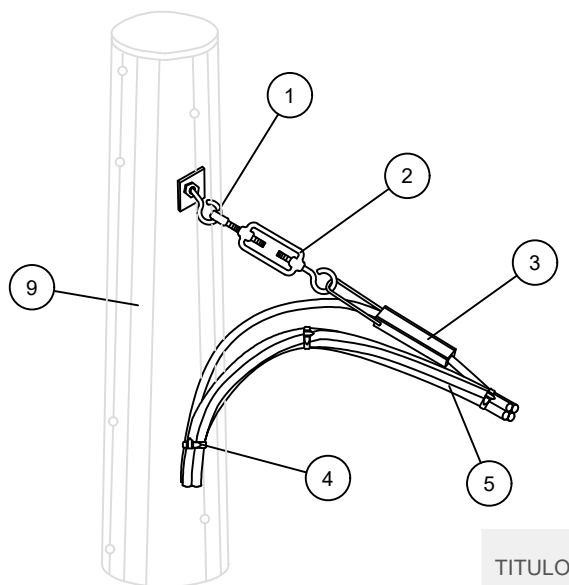
Apoyo hormigón



Apoyo chapa



Apoyo celosía



Apoyo PRFV

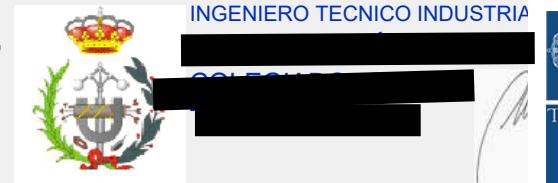
POSICIÓN	MATERIALES
1	Gancho espiral acero (16x230 16x315 16x400)
2	Tensor M-10 con gancho y cáncamo 250 (RZ 4x25Al) Tensor M-16 con gancho y cáncamo 630 (3x50Al/54.6Alm 3x95Al/54.6Alm 3x150Al/80Alm)
3	Pinza amarre acometidas (4x25mm ²) Pinza amarre PA-54/1500 (almelec 54,6 mm ²) Pinza amarre PA 80-2000 (almelec 80 mm ²)
4	Brida acero plastificado > 50 mm Ø
5	Cable RZ 0,6/1kV (cualquier tipo)
6	Retención anclaje preformado
7	Guardacabos abierto 13 mm
8	Capuchón termorretráctil protección cable (final de línea)
9	Apoyo (cualquier tipo)

- NOTA 1: En zonas de muy alta contaminación salina podrá sustituirse la pinza de amarre por la retención preformada helicoidal para neutro fiador con guardacabos.
- NOTA 1: Cuando sea final de línea, el extremo del cable RZ se protegerá mediante los capuchones de la posición.

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.



PLANO DE:

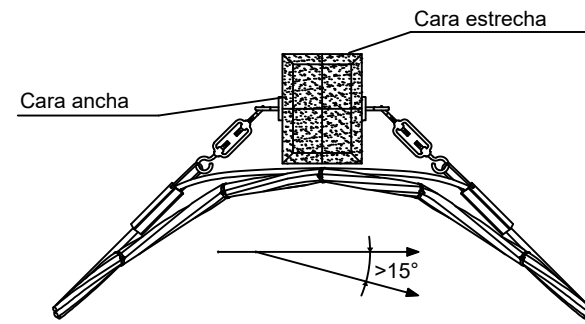
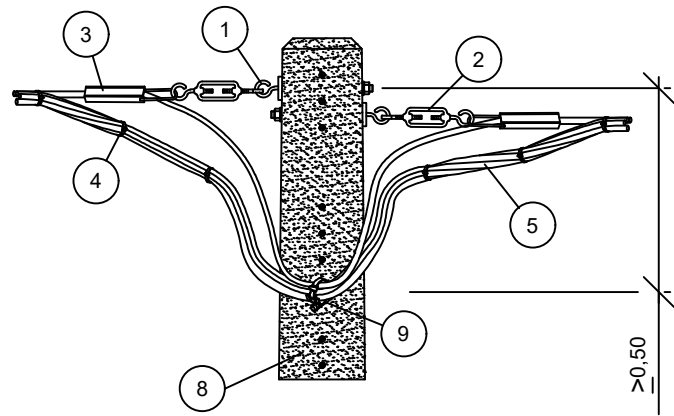
DETALLES BT: AMARRE SENCILLO/FIN DE LINEA

ESCALA
S/E

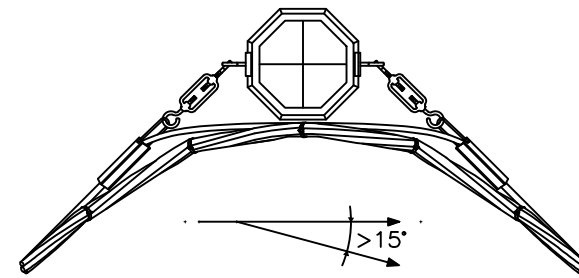
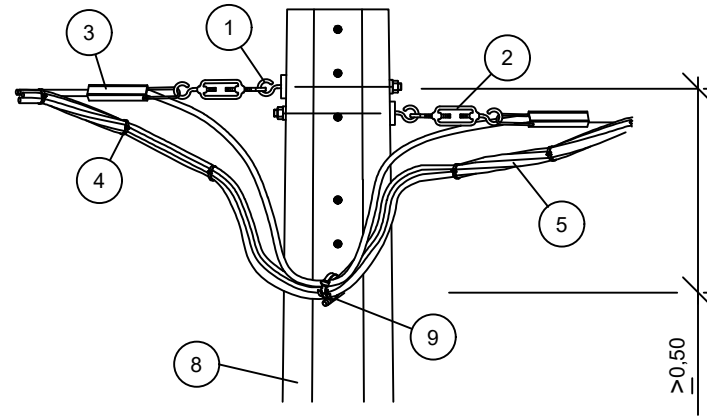
JUNIO 2025

PLANO nº

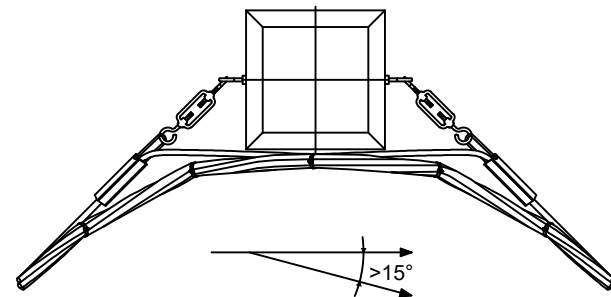
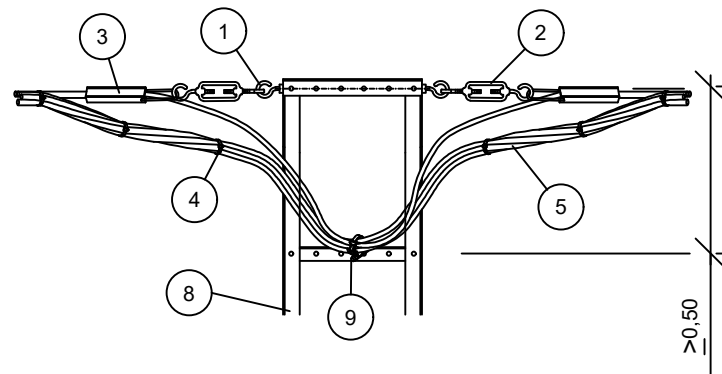
14



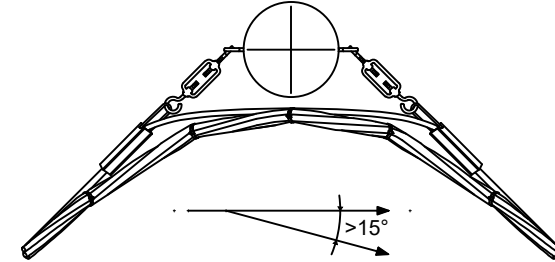
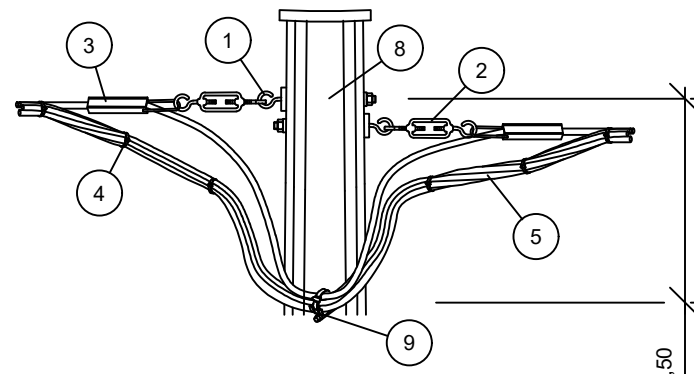
Apoyo hormigón



Apoyo chapa



Apoyo celosía



Apoyo PRFV

Cotas en metros

POSICIÓN	MATERIALES
1	Gancho espiral acero (16x230 16x315 16x400)
2	Tensor M-10 con gancho y cáncamo 250 (RZ 4x25Al) Tensor M-16 con gancho y cáncamo 630 (3x50Al/54.6Alm 3x95Al/54.6Alm 3x150Al/80Alm)
3	Pinza amarre cable almelec PA 54-1500 (almelec 54,6mm2) Pinza amarre cable almelec PA 80-2000 (almelec 80 mm2)
4	Brida acero plastificado > 50 mm Ø
5	Cable RZ 0,6/1kV (cualquier tipo)
6	Retención anclaje preformado
7	Guardacabos abierto 13 mm
8	Apoyo (cualquier tipo)
9	Soporte Ac+PVC Ø 55 mm con tornillo red posada

NOTA: En zonas de muy alta contaminación salina podrá sustituirse la pinza de amarre (3) por la retención preformada helicoidal para neutro fiador (6) con guardacabos (7)

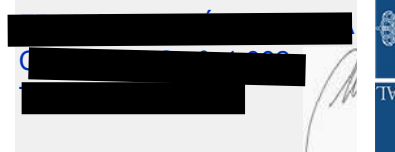
TÍTULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES

SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.



INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL



PLANO DE:

DETALLES BT: AMARRE DOBLE EN AGULO

ESCALA S/E

PLANO nº

15

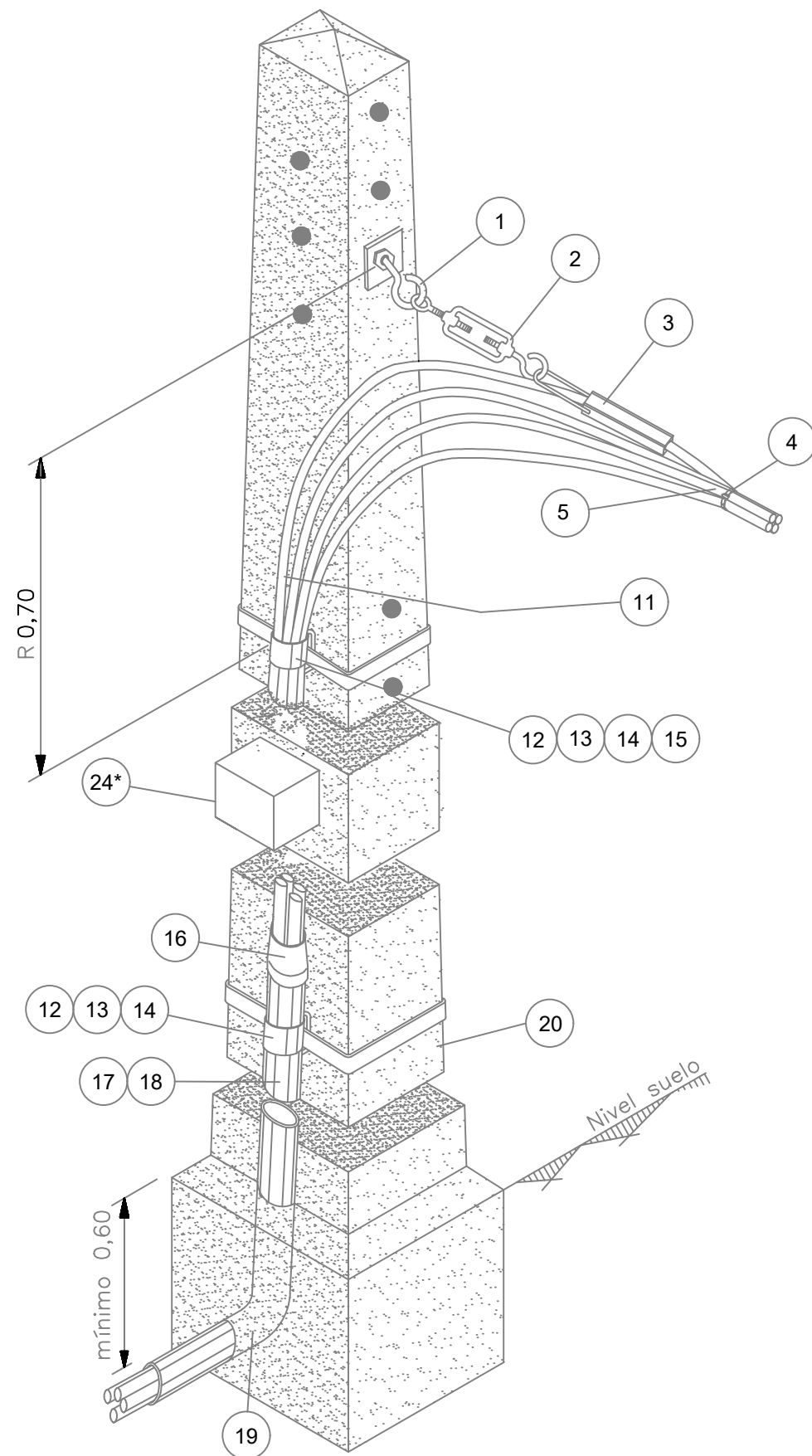
JUNIO 2025



PLANO nº

15

JUNIO 2025



Cotas en metros

POSICIÓN	MATERIALES
1	Gancho espiral acero (16x230 16x315 16x400)
2	Tensor M-10 con gancho y cáncamo 250 (RZ 4x25Al) Tensor M-16 con gancho y cáncamo 630 (3x50Al/54.6Alm 3x95Al/54.6Alm 3x150Al/80Alm)
3	Pinza amarre acometidas (4x25mm ²) Pinza amarre PA-54/1500 (almelec 54,6 mm ²) Pinza amarre PA 80-2000 (almelec 80 mm ²)
4	Brida acero plastificado > 50 mm Ø
5	Cable RZ 0,6/1kV (cualquier tipo)
6	Retención anclaje preformado
7	Guardacabos abierto 13 mm
8	Manguito empalme /manguito reductor BT
9	Manguito reconstitución aislamiento cables BT
10	Manguito empalme /manguito reductor BT almelec
11	Cable Al XZ1 0,6/1kV (cualquier tipo)
12	Fleje de acero inoxidable 20 mm. ancho
13	Hebilla Inoxidable para fleje de 20 mm
14	Anilla 25x40mm
15	Banda protección de plástico
16	Capuchón protección cables XZ1 para tubo 100 mmØ
17	Tubo aislante protección cables 90 mmØ - 3 m (interior)
18	Tubo acero galvanizado protección cables 100 mmØ, 2 mm espesor y 3 m (exterior)
19	Codo aislante 45° para tubo 90 mmØ
20	Apoyo (cualquier tipo)
22	Manguito preaislado empalme RZ
23	Manguito preaislado empalme RZ almelec
24*	Nueva caja de protección según NRZ002 para proteger el cambio de conductor

NOTA 1: Para empalmes de fase - posiciones (8) y (9) - y de neutro - posiciones (10) y (9) también podrán utilizarse los manguitos preaislados respectivos (22) y (23)

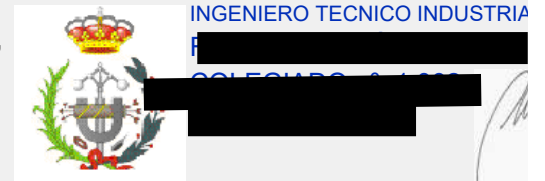
NOTA 2: Las abrazaderas (14) se situarán de forma equidistante, según la longitud del tubo asegurando su correcta fijación a la pared o al apoyo.

NOTA 3: En zonas de muy alta contaminación salina podrá sustituirse la pinza de amarre (3) por la retención preformada helicoidal para neutro fiador (6) con guardacabos (7)

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVES

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.



PLANO DE:

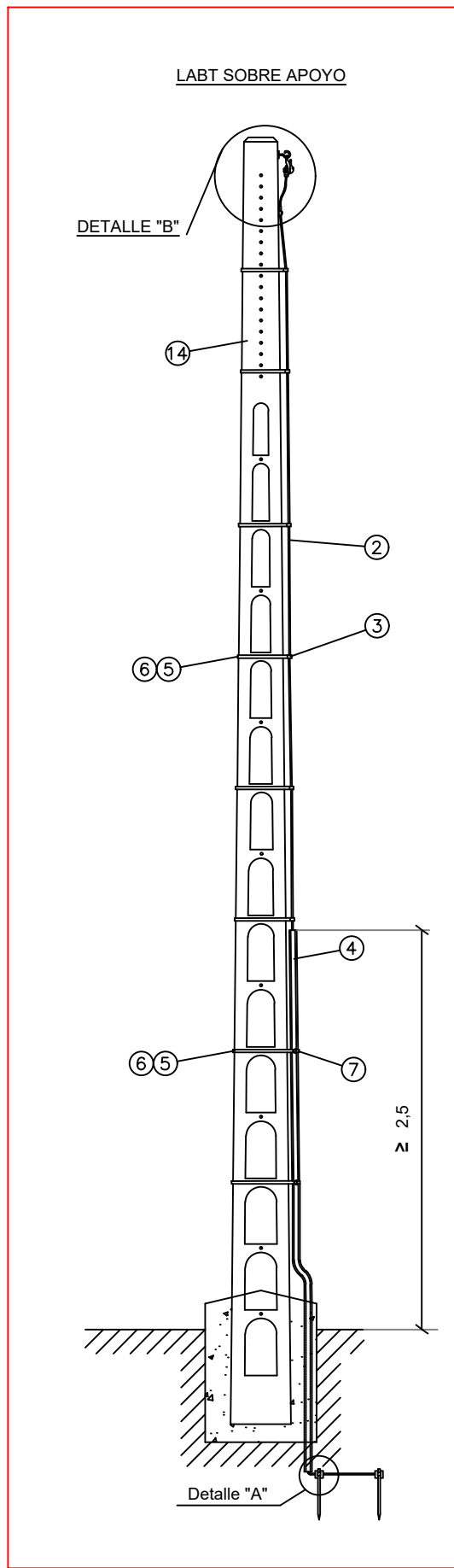
DETALLES BT: CONVERSIÓN A/S EN APOYO DE HORMIGÓN

ESCALA
S/E

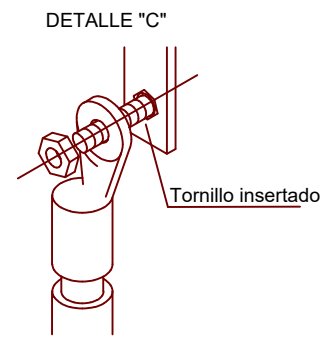
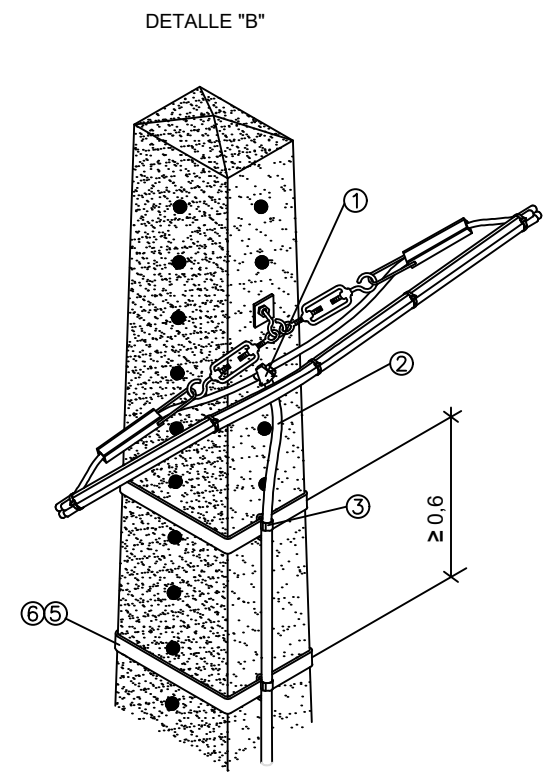
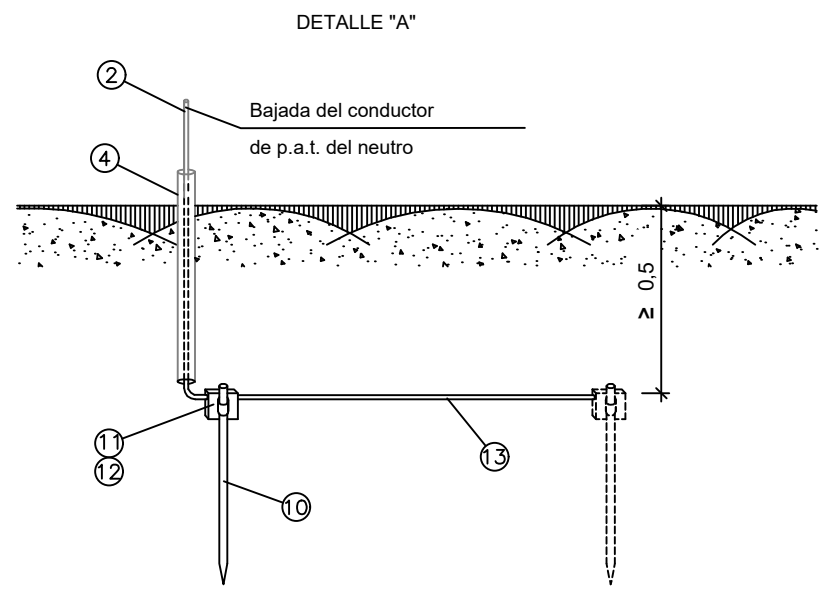
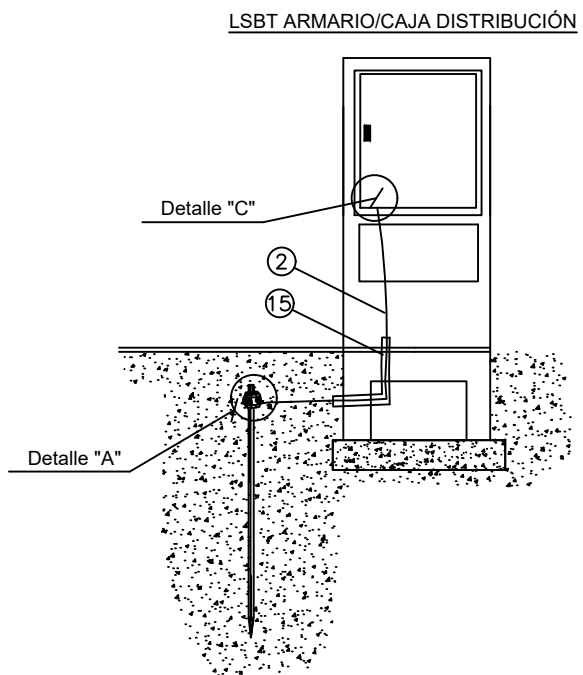
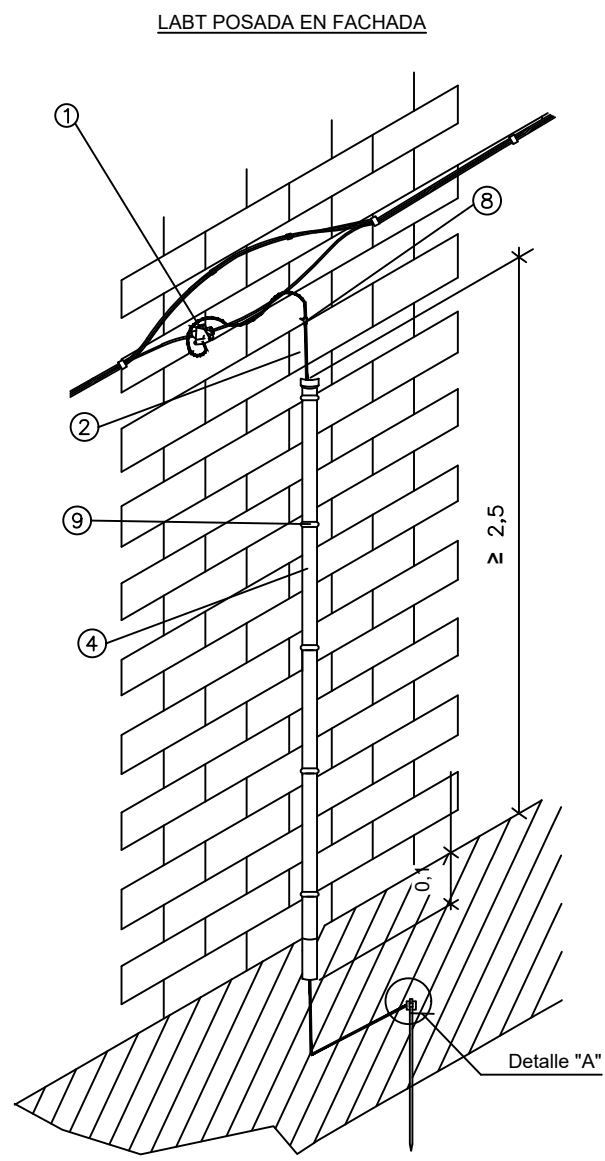
JUNIO 2025

PLANO nº

16



NUESTRO CASO



POSICIÓN	MATERIALES
1	Conector bimetálico 35-95 a 4-54 mm ²
	Conector bimetálico 95-150 a 4-54 mm ²
2	Cable XZ1 0,6/1kV Cu 1x50 mm ²
3	Abrazadera acero plastificado de 8 a 12 mmØ con anilla
4	Tubo aislante rígido M20
5	Fleje acero inoxidable de 20 mm ancho
6	Hebilla inoxidable de 20 mm
7	Abrazadera acero plastificado 18 a 22 mmØ con anilla
8	Abrazadera acero plastificado de 8 a 12 mmØ con tirafondo + taco
9	Abrazadera acero plastificado de 18 a 22 mmØ con tirafondo + taco
10	Pica Ac-Cu 14,6 mmØ 2 m longitud lisa
11	Grapa para pica Ac-Cu 14,6-18,3 mm
12	Cinta protección anticorrosión
13	Cable Cu 50 mm ²
14	Apoyo (cualquier tipo)
15	Tubo aislante subterráneo M32

Cotas en metros

NOTA: En zonas de muy alta contaminación salina, las abrazaderas de las posiciones ③, ⑦, ⑨ se sustituirán por sus equivalentes de acero inoxidable

La conexión grapa-cable Cu-pica se recubrirá con cinta de protección anticorrosiva ⑫

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL



PLANO DE: **DETALLES BT: PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO EN APOYO**

ESCALA S/E

PLANO nº **17**

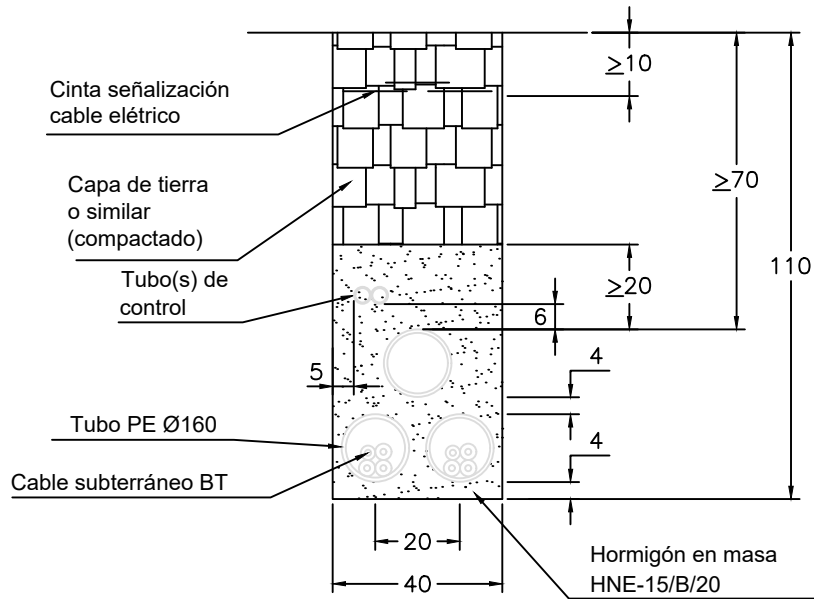
JUNIO 2025



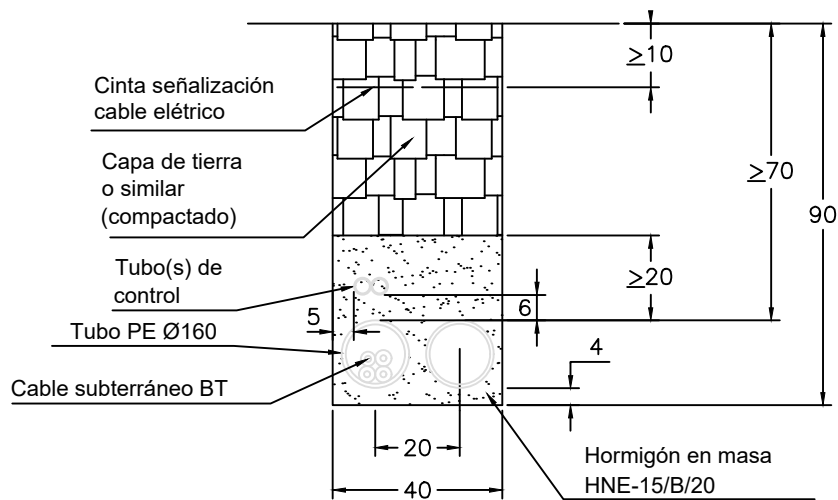
Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511125, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSW088-WKGG-OWG4-SOSO-8KO017-9KX5EM
 Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la conexión e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responde subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



DETALLE DE CANALIZACIÓN DE 3 TUBOS (ENTRE CD RURAL Y NUEVA ARQUETA A1)



DETALLE DE CANALIZACIÓN DE 2 TUBOS (ENTRE NUEVA ARQUETA A1 Y NUEVO APOYO BT-1)



TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA)
Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PLANO DE:

DETALLES BT: CANALIZACIONES

ESCALA
S/E

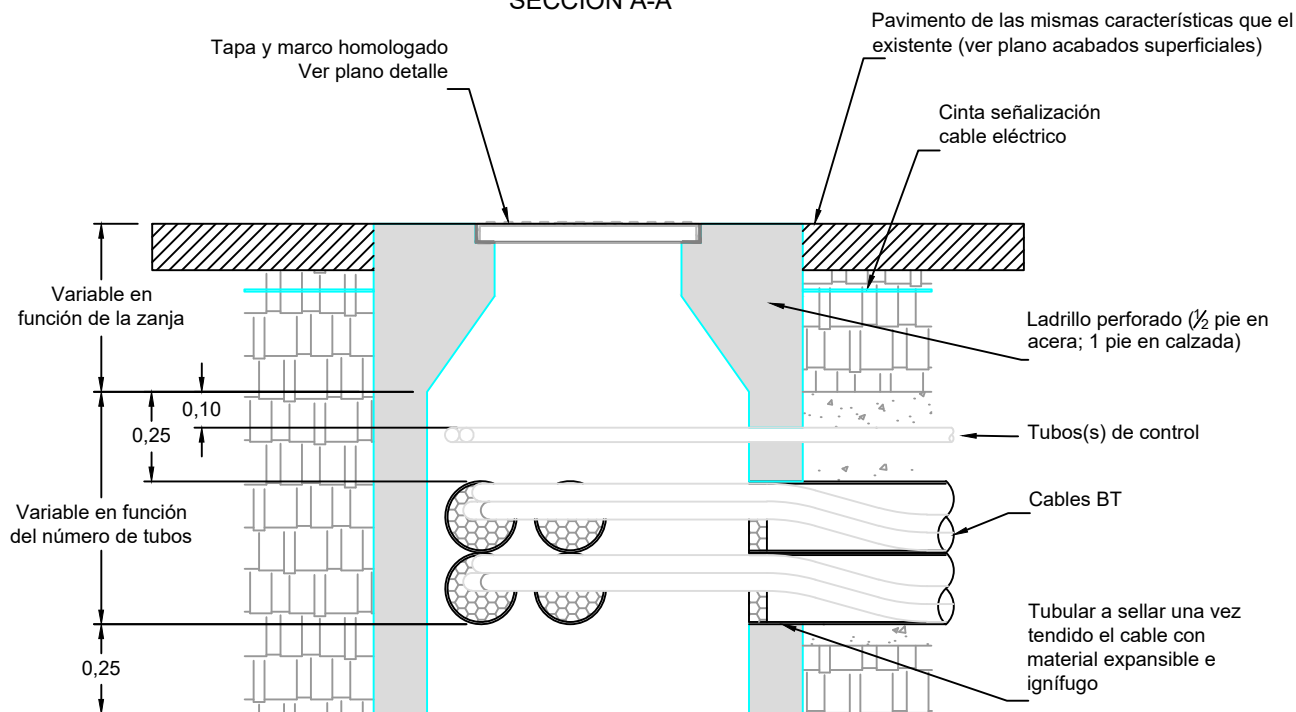
PLANO n

18

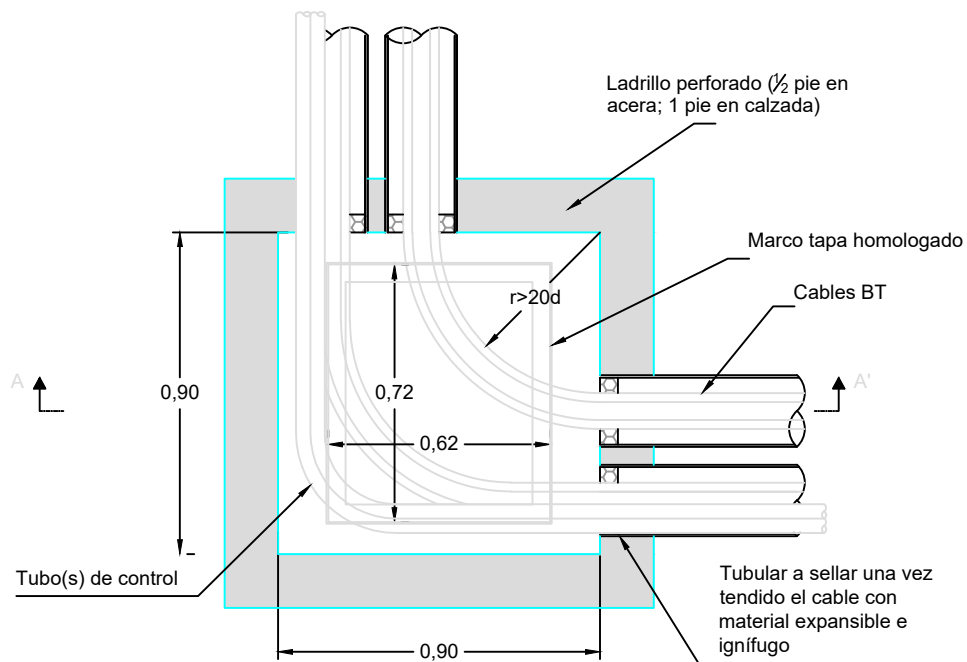
JUNIO 2025

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'



PLANTA

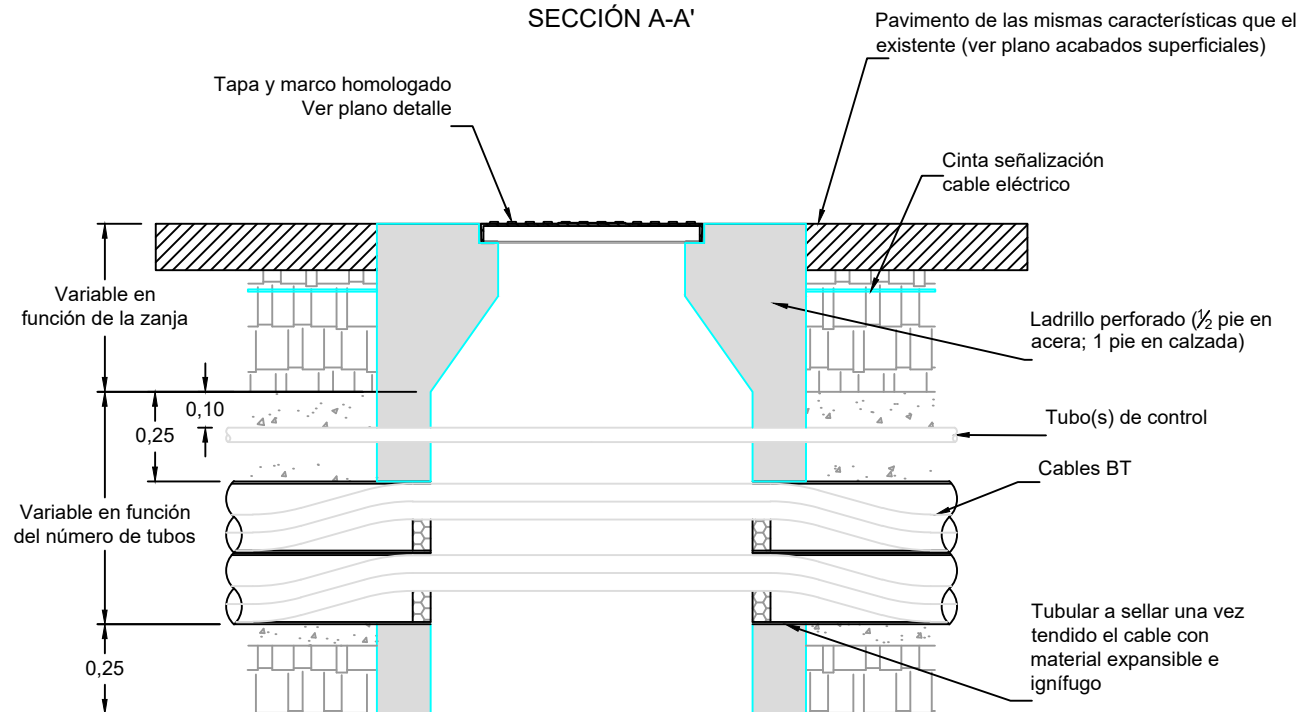


NOTA 1: Cantidad y disposición de los tubos variable en función de la canalización.
 NOTA 2: El diseño constructivo de la arqueta no prejuzga otras soluciones para arquetas prefabricadas.

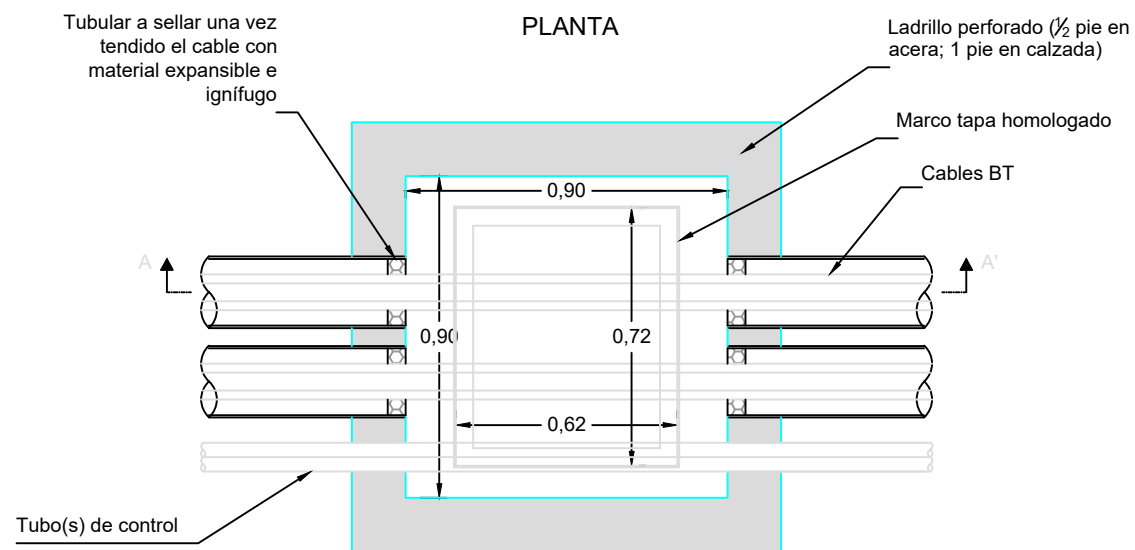
Cotas en metros.

ARQUETA EN ALINEACIÓN

SECCIÓN A-A'



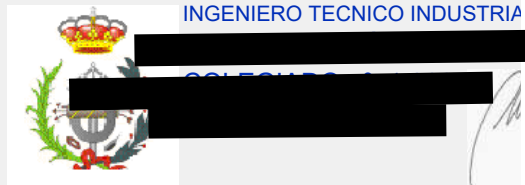
PLANTA



TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.



PLANO DE: **DETALLES BT: ARQUETA PREFABRICADA TIPO A1**

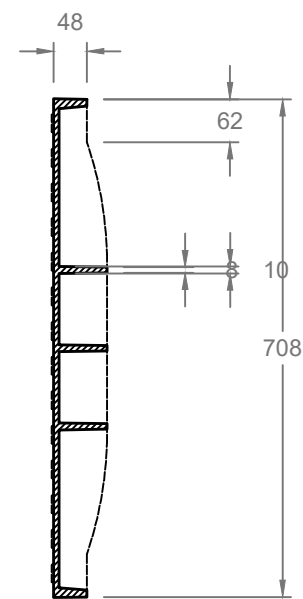
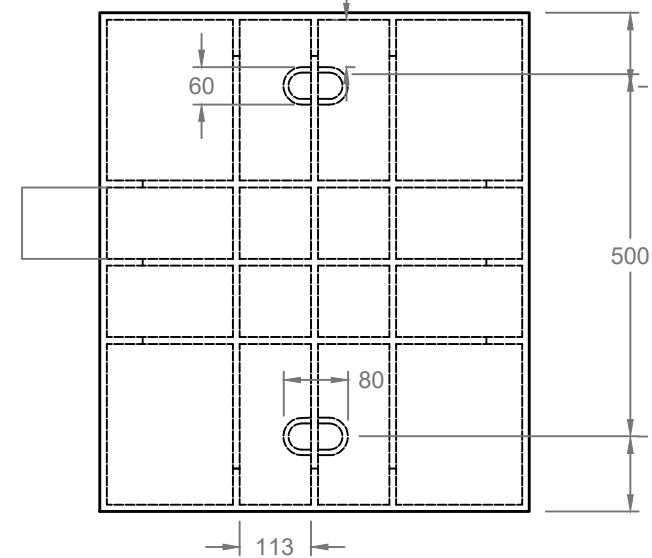
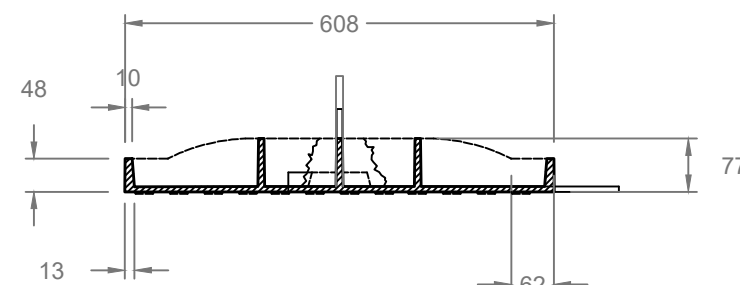
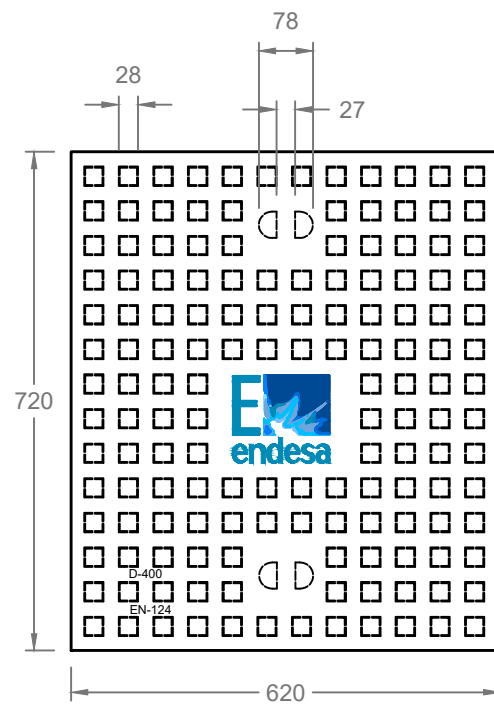
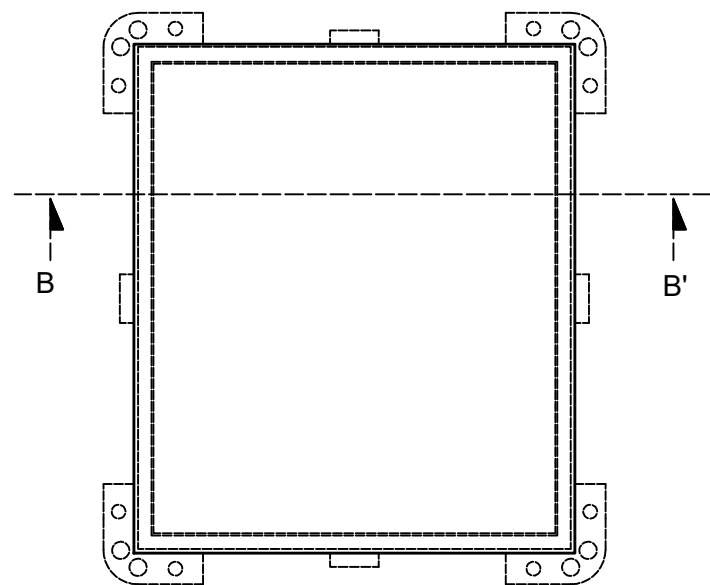
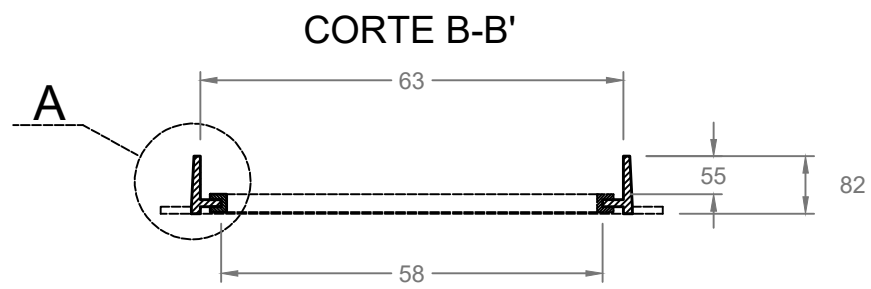
ESCALA S/E

PLANO nº

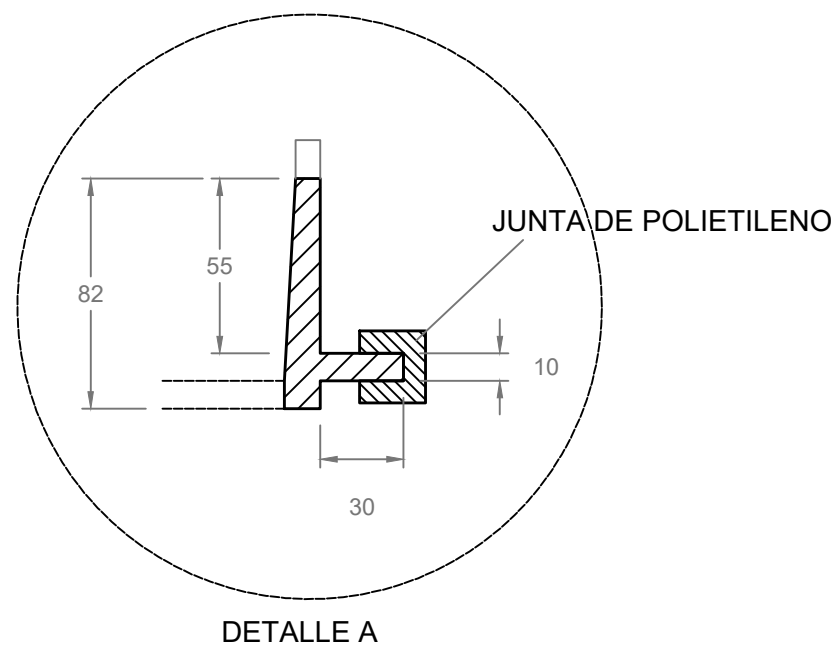
19

JUNIO 2025

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSW088-WKGG-OWG4-SOSO-8K0017-9K55EM. Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la conexión e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio respaldará subsiguientemente de los datos que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestas de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



*LAS COTAS SE ENCUENTRAN EN MM



TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE
 SITUACIÓN: PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324, T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA
 PROMOTOR: MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.

PLANO DE:

DETALLES BT: TAPA DE ARQUETA

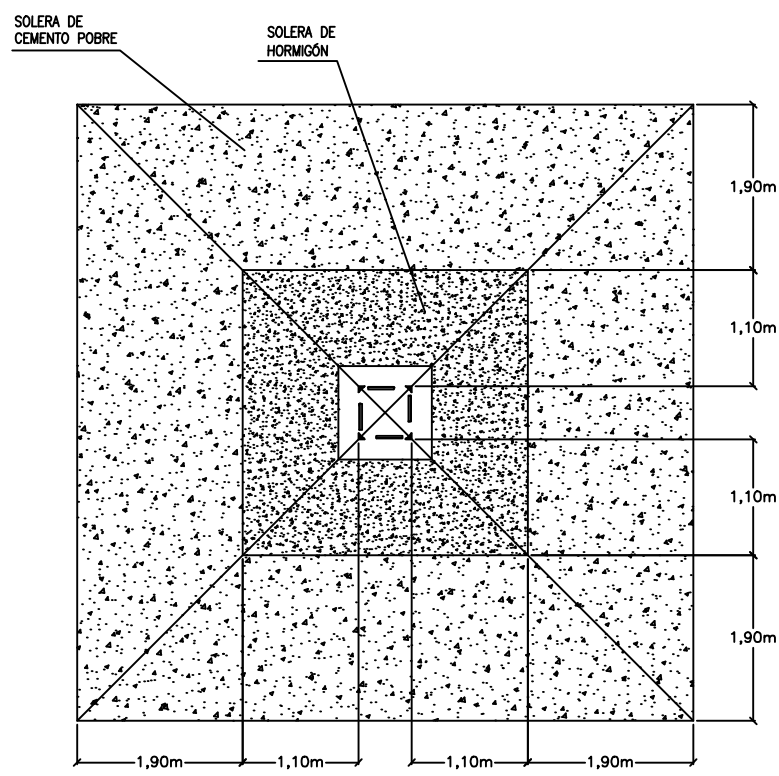
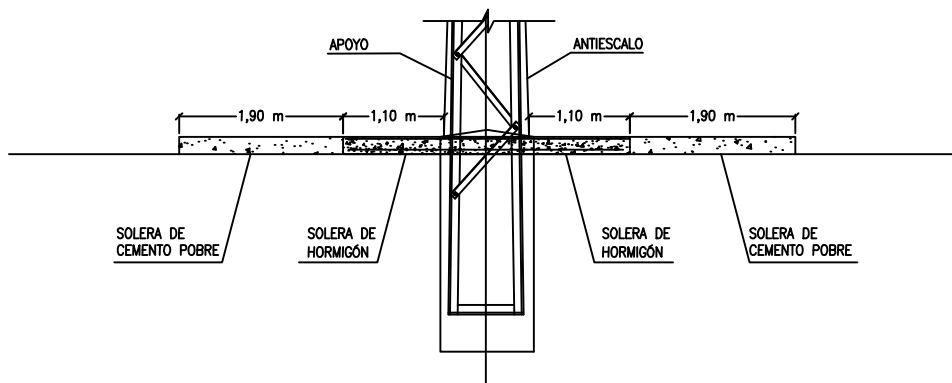
ESCALA
S/E

PLANO nº

20

JUNIO 2025



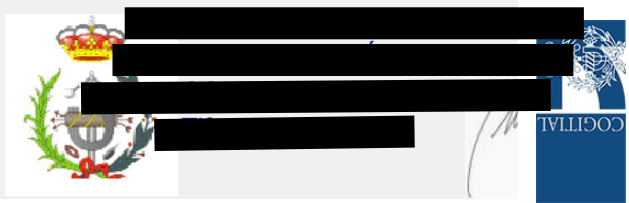


***SE TRATA DE UN PLANO TIPO, PARA EL NUEVO APOYO 2 SE HA DE COMPLETAR EL ACERADO DEL MISMO CON LA SOLERA DE HORMIGÓN HASTA CUBRIR LA SUPERFICIE REQUERIDA**

TITULO: LÍNEA AÉREA DE M.T. (20 KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL BAJO POSTE (100 KVA) Y LÍNEA SUBTERRÁNEA - AÉREA DE B.T (400/230 V) PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A DOS NAVE

SITUACIÓN:
 PARAJE BENZOAIQUE, POLÍG. 11, PARCELAS 323-324,
 T.M. DE FONDÓN, ALMERÍA

PROMOTOR:
 MONTAJES ELÉCTRICOS ROMAR S.L.U.



PLANO DE: **DETALLES LOSA PERIMETRAL CORTAFUEGOS**

ESCALA S/E

PLANO n **21**

JUNIO 2025

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSWO88-WKGG-0WGG-SOSO-8KO017-9KS55EM
 Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



3. PLIEGO DE

CONDICIONES TÉCNICAS

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSWO88-WKGG-0WG4-SOSO-8KO017-9KS5EM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestas de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Condiciones Generales.

DATOS DEL PROYECTO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

CAMPO DE APLICACION.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta y baja tensión hasta 25 kV y centros de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

Condiciones facultativas legales.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamentación General de Contratación según Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

- e. Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- f. 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.
- g. Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- h. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

Seguridad en el trabajo.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “h” del 1º párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

Seguridad pública.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

ORGANIZACION DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

Datos de la obra.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

Mejoras y variaciones del proyecto.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

Recepcion del material.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

Organizacion.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

Facilidades para la inspeccion.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

Ensayos.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

Limpieza y seguridad en las obras.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

Medios auxiliares.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

Ejecucion de las obras.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

Subcontratacion de las obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

Plazo de ejecución.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

Periodos de garantía.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Recepcion definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

Pago de obras.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

Disposicion final.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

Objeto y campo de aplicación para la obra civil y montaje de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas aéreas de 3ª y 4ª categoría, especificadas en el correspondiente proyecto.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

Ejecucion del trabajo.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

REPLANTEO DE LOS APOYOS.

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- a) Una estaquilla para los apoyos de madera.
- b) Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aún cuando sean de amarre.
- c) Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

APERTURA DE HOYOS.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Excavación: Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

- Explanación: Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km. para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km. para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por la naturaleza de la obra, ésto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movilizadas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

TRANSPORTE, ACARREO Y ACOPIO A PIE DE HOYO.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

CIMENTACIONES.

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm².

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm. como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

Arena.

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm³ de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm³. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm³ se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm³ de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm³. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso):

- 1 parte de cemento
- 3 partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm². Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silíceo y limpia debe cruji. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

Grava.

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

Cemento.

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Previa autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

Agua.

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

Hormigón.

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

Cemento: 1
Arena: 3
Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

<u>Consistencia</u>	<u>H (cm.)</u>
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

Ejecución de las cimentaciones.

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas

metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido. Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierte-aguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

a) Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.

b) Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.

c) Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.

d) Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.

e) Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.

f) En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recorridos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

ARMADO E IZADO DE APOYOS.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el herramental y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10 %), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %.

El procedimiento de levante será determinado por la Contrata, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Los postes metálicos o de hormigón con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

El izado de los apoyos de hormigón sin cimentación se efectuará con medios mecánicos apropiados, no instalándose nunca en terrenos con agua. Para realizar la sujeción del apoyo se colocará en el fondo de la excavación un lecho de piedras. A continuación se realiza la fijación del apoyo, bien sobre toda la profundidad de la excavación, bien colocando tres coronas de piedra formando cuñas, una en el fondo de la excavación, la segunda a la mitad de la misma y la tercera a 20 cm, aproximadamente, por debajo del nivel del suelo. Entre dichas cuñas se apisonará convenientemente la tierra de excavación.

Una vez terminado el montaje del apoyo, se retirarán los vientos sustentadores, no antes de 48 horas.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, la Contrata dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

PROTECCION DE LAS SUPERFICIES METALICAS.

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramental y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

Colocación de aisladores.

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

Tendido de los conductores.

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Quando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por

accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse la protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T.), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intespestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

Tensado, regulado y engrapado de los conductores.

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150°.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fué medida. Iguales datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

REPOSICION DEL TERRENO.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

NUMERACION DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELECTRICO.

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

TOMAS DE TIERRA.

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para la hincada del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodo de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

Electrodos de difusión.

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20 ohmios, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm² de sección, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m. por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Los electrodos deben quedar aproximadamente a unos 80 cm. del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m. del macizo de hormigón.

Anillo cerrado.

La resistencia de difusión no será superior a 20 ohmios, para lo cual se dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodos.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 35 mm², pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 50 cm. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m., como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

Comprobación de los valores de resistencia de difusión.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

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.

RECONOCIMIENTO Y ADMISION DE MATERIALES.

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.

CALIDAD DE CIMENTACIONES.

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

TOLERANCIAS DE EJECUCION.

- Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $D/100 + 10$, expresada en centímetros.

- Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.

- Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo. En los demás igual tolerancia sobre la posición definida en el apartado 2.5.

- Tolerancia de regulación.

Los errores admitidos en las flechas serán:

De $\pm 2,5$ % en el conductor que se regula con respecto a la teórica.

De $\pm 2,5$ % entre dos conductores situados en planos verticales.

De ± 4 % entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS

Objeto condiciones técnicas para la obra civil y montaje de centros de transformación prefabricados

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

Obra civil.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

EMPLAZAMIENTO.

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

EXCAVACION.

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

ACONDICIONAMIENTO.

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10

cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGON.

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- -También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo

que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

EVACUACION Y EXTINCION DEL ACEITE AISLANTE.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

VENTILACION.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

Instalacion electrica.

PUENTES DE MT Y DE BT.

Los recorridos de los cables serán lo más cortos posible. Se tendrá en cuenta también los radios de curvatura mínimos a que deben someterse los cables, que serán los que marquen los fabricantes y la norma UNE correspondiente.

Las conexiones desde el transformador al cuadro de BT se realizarán con el número de ternas de cables indicado en el Proyecto. Se elegirá el recorrido más corto posible, sin que dificulte la colocación del transformador. Ningún circuito de BT se situará sobre la vertical de los circuitos de MT.

Se tendrá especial cuidado en colocar los cables de modo que no tapen, ni siquiera parcialmente, los huecos o rejillas de ventilación. Para el caso de los conductores del puente de baja se dispondrán preferentemente teniendo en cuenta las disposiciones óptimas según se indica en los Estudios de Campos del presente proyecto.

El cable deberá estar cortado con sierra y no con tijera o cizalla, colocándose en los extremos el terminal a compresión correspondiente a la sección del cable, no permitiendo en ningún caso ampliar el diámetro primitivo del orificio de dicho terminal.

TRANSFORMADORES.

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

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 cables ni otras aberturas al resto del centro.

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.

EQUIPOS DE MEDIDA.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores

unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.

- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

Trazado

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se vayan a abrir las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen puentes o llaves para la contención del terreno. Si se conocen las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones necesarias.

Se realizará la señalización de los trabajos de acuerdo con la normativa vigente y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos y personal.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Demolición de pavimentos

Se efectuará con medios manuales o mecánicos, trasladando a vertedero autorizado los cascotes y tierras sobrantes.

Para dar cumplimiento a la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública, las herramientas neumáticas que hayan de utilizarse, así como los compresores, serán del tipo insonorizados.

Cuando se trate de calzadas con mortero asfáltico u hormigón en masa se efectuara previamente un corte rectilíneo de una anchura 5-10 cm superior a la anchura de la zanja tipo.

Apertura de zanjas

Antes del inicio de la obra se obtendrá de las Empresas de Servicios la afectación que la traza indicada en el plano de obra tiene sobre sus instalaciones.

Se iniciará la obra efectuando catas de prueba con objeto de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido.

Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

En el caso de que exista o se prevea la instalación de nuevos servicios y estos comprometan la seguridad del tendido de la red subterránea de MT, se aumentará la profundidad de la zanja, para cumplir las prescripciones reglamentarias.

Se procurará dejar un espacio mínimo de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Si existen árboles en las inmediaciones de la ubicación de la canalización, se definirán con el servicio de conservación de parques y jardines del Ayuntamiento, o con el Organismo que corresponda las distancias a mantener.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán los pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial del Organismo competente.

En el caso de construcción de nuevos tubulares para cruces, se procederá a la realización de las mismas por carriles de circulación, abriendo y tapando sucesivamente hasta el último carril en que se colocarán los tubos, se hormigonarán y se continuará con los tramos anteriores.

Cuando la naturaleza del tráfico rodado permita la colocación de planchas de hierro adecuadas, no se tapaná la zanja abierta, teniendo la precaución de fijarlas sobre el piso mediante elementos apropiados.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las indicadas en el proyecto.

El fondo de la zanja deberá estar en terreno firme para evitar corrimientos en profundidad que pudieran someter a los cables a esfuerzos por estiramiento.

Canalizaciones

Las zanjas a construir deberán ser paralelas a la línea de bordillo a una distancia tal que permita salvar los albañales de recogida de aguas y futuras construcciones de éstos.

En el caso de tubulares directamente enterrados estos se instalarán sobre un lecho de arena y posteriormente serán cubiertos también con arena. Las dimensiones serán las indicadas en el proyecto.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

Para tubos en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón HNE-15/B/20 de 6 cm de espesor.

Para tubos en canalizaciones de baja tensión en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón HNE-15/B/20 de al menos 4 cm de espesor. El bloqueo de los tubos se llevará a cabo con hormigón de resistencia HNE- 15/B/20 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m³ cuando se realice a pie de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles. Para permitir el paso del hormigón se utilizarán separadores de tubos.

En canalizaciones de cable directamente enterrado en baja tensión, sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena fina (de río o similar) de 4 cm de espesor.

El bloqueo de los tubos se llevará a cabo con hormigón de resistencia HNE-15/B/20 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m³ cuando se realice a pie de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles. Para permitir el paso del hormigón se utilizarán separadores de tubos.

Terminada la tubular, se procederá a su limpieza interior.

El hormigón de la tubular no debe llegar hasta el pavimento de rodadura, pues facilita la transmisión de vibraciones. Cuando sea inevitable, debe intercalarse una capa de tierra o arena que actúe de amortiguador.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables, yeso o mortero ignífugo.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán preferentemente a distinta profundidad los tubos previstos para la MT y para la BT, procurando que la canalización de MT discorra por debajo de la de BT.

En tramos largos se evitará la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las indicadas en el proyecto.

Transporte, almacenamiento y acopio de los materiales a pie de obra

El transporte y manipulación de los materiales se realizará de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y evitando que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el acopio no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera o un embalaje adecuado.

Las bobinas se transportarán siempre de pie. Para su carga y descarga deberán embragarse las bobinas mediante un eje o barra de acero alojado en el orificio central. La braga o estrobo no deberá ceñirse contra la bobina al quedar ésta suspendida, para lo cual se dispondrá de un separador de los cables de acero. No se podrá dejar caer la bobina al suelo, desde la plataforma del camión, aunque este esté cubierto de arena.

Los desplazamientos de la bobina por tierra se harán girándola en el sentido de rotación que viene indicado en ella por una flecha, para evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando deba almacenarse una bobina en la que se ha utilizado parte del cable que contenía, se sellarán los extremos de los cables mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad. Las bobinas no se almacenarán sobre un suelo blando.

Tendido de cables

Emplazamiento de las bobinas para el tendido

La bobina del cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del mismo se efectúe por su parte superior, y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido.

Los elementos de elevación necesarios para las bobinas son gatos mecánicos y una barra de dimensiones convenientes, alojada en el orificio central de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

La elevación de ésta respecto al suelo es deben ser de unos 10 ó 15 cm como mínimo.

Al retirar las duelas de protección, se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para desclavarlas pueda dañar el cable.

Ejecución del tendido

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados, no se permitirá el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad y asegurar la estanquidad de los conductores.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y a 15 veces su diámetro una vez instalado. En ningún caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las normas UNE correspondientes, relativas a cada tipo de cable.

El deslizamiento del cable se favorecerá con la colocación de rodillos preparados al efecto; estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro, dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impidan que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Esta colocación, será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que faciliten el deslizamiento, deben disponerse otros verticalmente, para evitar el ceñido del cable contra el borde de la canalización en el cambio de sentido. Igualmente debe vigilarse en las embocaduras de los tubulares donde deben colocarse protecciones adecuadas.

Para evitar el roce del cable contra el suelo a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

En general el tendido de los conductores se realizará mediante dispositivos mecánicos (cabestrante o máquina de tiro y máquina de frenado). Sólo en líneas de pequeña entidad se permitirá el tendido manual y, en cualquier caso, será obligatorio el uso de cables piloto.

Las máquinas de tiro estarán accionadas por un motor autónomo, dispondrán de rebobinadora para los cables piloto y de un dispositivo de parada automática.

Las máquinas de frenado dispondrán de dos tambores en serie con acanaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor (de aluminio, plástico, neopreno...), cuyo diámetro no sea inferior a 60 veces el del conductor que se vaya a tender.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles, antigiratorios y estarán dimensionados teniendo en cuenta los esfuerzos de tendido y los coeficientes de seguridad correspondientes para cada tipo de conductor. Se unirán al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

Para permitir la fijación del cable a la cuerda piloto del tren de tendido la guía del extremo se colocará una mordaza tiracables a la que se sujetará la cuerda piloto.

Estas mordazas, consisten en un disco taladrado por donde se pasan los conductores sujetándolos con manguitos mediante tornillos. El conjunto queda protegido por una envolvente, (el disco antes citado va roscado a éste interiormente) que es donde se sujeta el fiador para el tiro.

La tracción para el tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno puedan desplegarse los conductores. Deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie y no será superior a 3 kg/mm² para cables unipolares de aluminio según UNE 211620.

Una vez definida la tracción máxima para un conductor, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los conductores en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán en la longitud indicada en el proyecto o en su defecto por el técnico encargado de obra.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas. Si involuntariamente se causa alguna avería en dichos servicios, las instalaciones averiadas deberán dejarse en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.

No se pasarán por un mismo tubo más de una terna de cables unipolares.

Los extremos de los tubulares deberán quedar sellados.

Protección mecánica y señalización

El cable se protegerá mecánicamente mediante placa de polietileno normalizada, según se indica en los planos correspondientes y solamente para cable en tubo directamente enterrado.

Adicionalmente, todo conjunto de cables deberá estar señalado por una cinta de advertencia de riesgo eléctrico colocada a la distancia indicada en el correspondiente plano.

En las canalizaciones de LSBT sin hormigonar (cable directamente enterrado o bajo tubo) se colocarán placas de protección normalizadas de plástico sin halógenos (resistencia mínima al impacto 50 J), conformes a la norma UNE-EN 50250, colocadas longitudinalmente al sentido del tendido del cable.

Cierre de zanjas

En tubo directamente enterrado, en el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena de río de un espesor de 5 cm sobre la que se depositará el tubo a instalar, que se cubrirá con otra capa de arena de idénticas características hasta la altura indicada en el proyecto; sobre esta se colocará como protección mecánica placas de plástico sin halógenos (PE) según especificación técnica EDE correspondiente, colocadas longitudinalmente al sentido del tendido del cable.

En las canalizaciones de LSBT sin hormigonar (cable directamente enterrado o bajo tubo) se cubrirán los cables y tubos con arena de río hasta un espesor de al menos 10 cm por encima de estos.

En todos los casos, incluido el tubo hormigonado, a continuación se extenderá otra capa, con tierra procedente de la excavación, de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas. A continuación, se rellenará la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Se instalará la cinta de señalización que servirá para indicar la presencia de los cables durante eventuales trabajos de excavación según indican los planos del proyecto.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1

mm. En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

En las zonas donde se requiera efectuar reposición de pavimentos, se rellenará hasta la altura conveniente que permita la colocación de éstos.

Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

Los resultados de los diferentes ensayos realizados durante la ejecución de las obras, tales como los referentes a compactaciones de las distintas tongadas de relleno ejecutadas se presentarán a EDE para su conocimiento.

Si en la excavación de las zanjas, los materiales retirados no reúnen las condiciones necesarias para su empleo como material de relleno con las garantías adecuadas, por contener escombros o productos de desecho, se sustituirán por otros que resulten aceptables para aquella finalidad. En cualquier caso se atenderá a lo que establezca la Administración competente en sus Ordenanzas o en la licencia de obras (acopio obligatorio de nuevas, etc.).

Reposición de pavimentos

La reposición de pavimento, tanto de las calzadas como de aceras, se realizará en condiciones técnicas de plena garantía, recortándose su superficie de forma uniforme y extendiendo su alcance a las zonas limítrofes de las zanjas que pudieran haber sido afectadas por la ejecución de aquellas.

El pavimento se repondrá utilizando el mismo acabado previamente existente, salvo variación aceptada expresamente por EDE, y/u Organismos Oficiales competentes.

En los casos de aceras de losetas, éstas se repondrán por unidades completas, no siendo admisible la reposición mediante trozos de baldosas.

En los casos de aceras de aglomerado asfáltico en las que la anchura de las zanjas sea superior al 50% de la anchura de aquéllas, la reposición del pavimento deberá extenderse a la totalidad de la acera.

Empalmes y conectores

Para la confección de empalmes y conectores se seguirán los procedimientos reconocidos por los fabricantes del cable con el visto bueno del director de obra. Los empalmes deben realizarse en tramos rectos del cable.

Los operarios que realicen los empalmes y terminaciones, conocerán y dispondrán de la documentación necesaria para su ejecución prestando especial atención en los siguientes aspectos:

- Dimensiones del pelado de cubierta, semiconductor externa e interna y aislamiento.
- Utilización correcta de manguitos y engaste con el utillaje necesario
- Limpieza general.
- Aplicación del calor uniforme en los termo retráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

Tras realizar las conexiones, las pantallas metálicas de los cables MT se conectarán a tierra en ambos extremos

Almería, junio de 2025
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL



Fdo.: D. Francisco López Roda
Colegiado Nº 1.002

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSWO88-WKGG-0WG4-SOSO-8KO017-9KS5EM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestas de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.



4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSWO88-WKGG-0WGG-SOSO-8KO017-9KS5EM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestas de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

OBJETO.

El objeto de este documento es dar cumplimiento a lo establecido por el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Por las características del proyecto se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad para la ejecución de la obra correspondiente, a tenor del Artículo 4.2 del Real Decreto 1627/1997 dado que la ejecución de los trabajos no se encuentra en ninguno de los cuatro supuestos que prevé el artículo 4.1 del citado Real Decreto.

PRINCIPIOS GENERALES DEL PROYECTO.

De conformidad con la Ley de Prevención de riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en su Artículo 15, han sido tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto.

Se han elegido soluciones constructivas y técnicas con el fin de disminuir los riesgos de accidentes laborales, tanto en la fase de ejecución como de explotación de la instalación.

Se estima que la duración real de todos los trabajos no excederá de un mes. Durante este período, por la naturaleza de los trabajos a realizar, jamás será necesario que el número de trabajadores sea superior a cinco, incluido el encargado.

DEFINICIONES.

- **Proyectista:** El autor, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de la obra.
- **Dirección facultativa:** El técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.
- **Contratista:** La persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.
- **Subcontratista:** La persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.
- El contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- **Trabajador autónomo:** La persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que

asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el tragador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

Cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista respecto de aquellos.

- Coordinador en materia de seguridad y salud durante la fase del proyecto de la obra: el técnico competente designado por el promotor para coordinar durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que se mencionan en el Artículo 8 del Real Decreto 1627/1997.
- Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las tareas indicadas en el Artículo 9 del Real Decreto 1627/1997.

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el presente estudio básico.

El plan de seguridad y salud en el trabajo es la consecuencia de la evaluación de riesgos y la posterior planificación de la actividad preventiva en relación con los puestos de trabajo en obra.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa en los términos del apartado anterior. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.

1.- Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de obra contemplados en el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- b) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Promotor: MONTAJES ELECTRICOS ROMAR, S.L.U

Ingeniero Téc. Industrial: Francisco López Roda



Iluminando la vida



- c) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV por el Real Decreto 1627/1997 durante la ejecución de la obra.
- d) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en obra.
- e) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o en su defecto la dirección facultativa.

2.- 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.

3.- Las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.

1.- Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular el desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.
- b) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad establecidas por el Real Decreto 1627/1997 más las establecidas en el presente estudio básico de seguridad.
- c) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el Artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos 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.
- e) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 8 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.
- f) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso de la dirección facultativa.
- 2.- Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

El coordinador deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención u de seguridad:
- 1º.- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- 2º.- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas 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 referido Real Decreto.
- c) Informar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- d) Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- e) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- f) Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

LIBRO DE INCIDENCIAS.

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud existirá en la obra un libro de incidencias que constará con hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias estará siempre en obra en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o en su defecto en poder de la dirección facultativa.

A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores

y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto considerado en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

PRINCIPIOS GENERALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades.

- a) En mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- b) La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- h) La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá que dedicarse a los distintos trabajos o fases del trabajo.
- i) La incorporación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

- j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

El contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen si son necesarios los riesgos identificados en este apartado.

Numeración según la Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la industria eléctrica AMYS-UNESA.

- 1 - Caídas de personas al mismo nivel
- 2 - Caídas de personas a distinto nivel.
- 3 - Caídas de objetos
- 4 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- 5 - Choques y golpes
- 6 - Atrapamientos
- 7 - Cortes
- 8 - Proyecciones (partículas sólidas y líquidas)
- 9 - Contactos y arco eléctrico
- 10 - Sobresfuerzos
- 11 - Ruido
- 12 - Vibraciones
- 13 - Radiaciones no ionizantes
- 14 - Ventilación Industrial

NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LAS OBRAS.

Además del Anexo IV "Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras" del Real Decreto 1627/1997, se tendrán en cuenta las normas legales siguientes:

Normas específicas de la construcción.

- Ordenanza de Trabajo de construcción, Vidrio y Cerámica, aprobada por Orden de 28 de Agosto de 1970.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden de 9 de Marzo de 1971.
- Prescripciones de Seguridad e Higiene en el Trabajo, recogidas dentro de las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE como consecuencia del Artículo 1 de la LPRL.

Normas generales.

- Estatuto de los Trabajadores (RDL 1/1995)
- Ley General de la Seguridad Social (RDL 1/1994)
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto 1407/1992 de 20 de Noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 664/1997 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 1215/1997 de 18 de Julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Otros reglamentos y normas.

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobado por el Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, publicado en el BOE núm. 68 de 19 de marzo de 2008.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión según Real decreto 842/2002 de fecha de 2 de Agosto de 2002.
- Guía Técnica de Aplicación de instalaciones de Baja Tensión. Conforme lo establecido en el Artículo 29 del R.E.B.T. aprobado por Real Decreto 842/2002 de 19 de septiembre.
- Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación de 12 de Noviembre de 1982, así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias de 18 de Octubre de 1984.
- Resolución de 5 mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Normas ONSE 90.20-IB Gestión y Ejecución de trabajos en instalaciones eléctricas en explotación, de Compañía Sevillana de Electricidad S.A.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones eléctricas, de AMYS-UNESA.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos mecánicos y diversos, de AMYS-UNESA.
- Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la industria eléctrica AMYS-UNESA.

Se establecen de uso obligatorio las siguientes medidas de protección y normas para realizar los trabajos.

Protecciones personales.

Protecciones de la cabeza.-

- Cascos para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas C.E. indicando la función a que van destinados, así como el aislamiento eléctrico.
- Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.
- Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica.
- Gafas contra proyección de partículas en trabajos con cortadora de disco o similar.

Protecciones del cuerpo.-

- Cinturones de seguridad para trabajos con riesgo de caída desde una altura de más de 3 metros.

Protecciones de extremidades superiores.-

- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para trabajos en tensión con el marcado CE. Para Baja Tensión serán 00 (500V.) o clase 0 (1.000V.) y para Alta Tensión serán clase 3 (26.500V.).
- Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión deberán tener el aislamiento de seguridad apropiado.

Protecciones de extremidades inferiores.-

- Botas de seguridad de clase III homologadas.

Protecciones colectivas.

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a:

- Maniobras con aparatos eléctricos de B.T. o A.T.
- Para realizar estos tipos de trabajos deben coordinarse con el responsable técnico de los mismos. Este responsable será el único que conceda permisos para cualquier tipo de maniobra que se realice. Son de uso obligatorio elementos que señalicen la zona en que se realicen este tipo de trabajo.
- Apertura de zanjas o socavones que deberán estar convenientemente balizadas.

Normas de trabajo.

Trabajos en andamios.

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho mínimo de 60 cm. y estará construida con tablas de 5 cm. de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 m. de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm. de altura y rodapié de 15 cm. instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo,

debiéndose sujetar el operario mediante un cinturón de seguridad a un punto fijo por encima del trabajador y que no sea el andamio.

- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.

TRABAJOS CON ESCALERA DE MANO.

Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que esté en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el jefe del trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 30 Kg. Sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca en los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Las usadas para el acceso a planos elevados, tendrán una longitud suficiente para rebasar el 1 m. el punto superior de apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- Cuando no se empleen la escalera, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán, pero nunca se pintarán.

TRABAJOS EN ALTURA.

- Se deberán usar cinturones de seguridad en todo trabajo que por su elevada situación o cualquier otra causa presenten peligro de caída de más de 3 m. Si el trabajo es estático se utilizará el cinturón de seguridad modelo sujeción y si el trabajo es con desplazamiento, cinturón de seguridad modelo caída.
- El cinturón de seguridad se debe sujetar en puntos fijos y resistentes, como pueden ser cuerdas sujetas a techos, horquillas metálicas o cualquier otro elemento estructural de la construcción.
- Queda prohibido sujetar el cinturón en máquinas o andamios.
- El cinturón debe estar siempre ajustado a la cintura y sujeto en puntos que deben estar preferentemente sobre el nivel de la cintura.

TRABAJOS DE EXCAVACIÓN.

- En los trabajos de excavación general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según resulte la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- La excavación se ejecutará con una inclinación de talud tal que evite los desprendimientos de tierras en tanto se proceda al relleno y hormigonado. Si por cualquier circunstancia fuera preciso hacer una excavación con un talud más

acentuado, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de éstos, ofrezcan absoluta seguridad.

- Los productos de excavación que no hayan de retirarse inmediatamente, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos de tierra en los taludes.
- Pudiendo existir en el itinerario servicios de agua, saneamiento y/o electricidad, se tomarán especiales cuidados en la excavación y tendidos de cables.

Para ello deberán tomarse las siguientes precauciones, previos los permisos correspondientes:

- 1º) Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
- 2º) Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte.
- 3º) Reconocimiento de la ausencia de tensión .
- 4º) Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- 5º) Colocar señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

En los casos que las precauciones anteriores las adopte el propietario de las instalaciones, el jefe del equipo comprobará personalmente la estricta ejecución de todas y cada una de las mismas.

- El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejara abiertas las excavaciones el menor tiempo posible, con el fin de evitar accidentes.

HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y LÁMPARAS PORTÁTILES.

- Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.
- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no excederá de 250 V. Con relación a tierra y serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores, serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos, tomando la precaución de colocar dicho transformador fuera del recinto húmedo o conductor.

TRABAJOS CON CORTADORA DE DISCOS.

- Cuando se use estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo como mínimo 1 cm. de su parte superior.

- Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

EQUIPOS DE SOLDADURA.

- Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materiales combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.
- Con carácter general en todos los trabajos se usarán guantes y gafas protectoras.
- Los motores generadores, los rectificadores o los transformadores de las máquinas, y todas las partes conductores estarán protegidos para evitar contactos accidentales con partes en tensión, estando conectados los armazones a tierra.
- Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como de las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantallas para proteger las manos del calor de los arcos. En caso contrario se utilizarán guantes.

LÁMPARAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES.

Estas lámparas deben responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de clase II y la tensión de utilización no será superior a 250 V., siendo como máximo de 220 V. Cuando se trabaje en lugares secos y húmedos, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos. Cuando se trabaje en locales mojados o sobre superficies conductoras, su tensión no excederá de 24 V.

TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN EN TENSIÓN.

En la proximidad de instalaciones eléctricas de Alta Tensión en tensión o en el interior de celdas en tensión, es obligatorio que el trabajo se haga por parejas de operarios, con el fin de tener mejor vigilancia y más rápido auxilio en caso de accidente.

TRABAJOS CON MANIOBRAS EN APARATOS DE BAJA TENSIÓN.

- No se procederá a ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal (botas y guantes dieléctricos y pantallas protectoras).
- Cuando se realicen trabajos sin tensión se aislarán las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.
- Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrán en cuenta que no sean un riesgo de caídas o electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

TRABAJOS CON MANIOBRAS EN EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN.

- No se procederá a efectuar ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.
- Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre sin tensión.
- Se prohíbe realizar trabajos en las instalaciones de Alta Tensión sin adoptar las siguientes precauciones:
 - 1º) Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
 - 2º) Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte.
 - 3º) Reconocimiento de la ausencia de tensión.
 - 4º) Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
 - 5º) Colocar señales de seguridad adecuadas. Delimitando la zona de trabajo.

En los casos que las precauciones anteriores las adopte el propietario de las instalaciones, el jefe del equipo comprobará personalmente la estricta ejecución de todas y cada una de las mismas.

- Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.
- En cualquier caso, para cualquier trabajo a realizar en la obra las contratistas se atenderán a lo dispuesto por el Real Decreto 1.627/1997, de 24 de Octubre, en su Anexo IV Parte B (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales), y Parte C (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales).

TRANSPORTE MANUAL.

En el transporte manual de las cargas que ofrezcan peligro de atrapamiento en las extremidades superiores, se utilizarán útiles de transporte.

SEGURIDAD VIAL.

Al realizar los trabajos en vías públicas, tanto urbanas como interurbanas o de cualquier tipo, cuya ejecución pueda entorpecer la circulación de vehículos, se colocarán las señales que especifica el vigente Código de Circulación. Igualmente se tomarán las oportunas precauciones en evitación de accidentes a peatones, como consecuencia de la ejecución de las obras.

MEDICINA PREVENTIVA

Las contratistas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal, que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.

El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, Ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Almería, junio de 2025
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

[Redacted signature area]

Fdo.: D. Francisco López Roda
Colegiado Nº 1.002



PRESUPUESTO

5. PRESUPUESTO

			Presupuesto		
Código	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
001	1	Línea aérea Media Tensión	1		
001.01	m	TENDIDO CIRCUITO LA-56 Tendido circuito LA-56. Comprende el tendido y conexión de cable mt necesario para 1 circuito para sección de cable 56 mm2 de sección. Están incluidos las conexiones uniones eléctricas, tensado, engrapado, retensionados con colocación de collarines, amarres, aisladores. Incluye todo el material. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	132,00	5,15	679,80
001.02	ud	INTERRUPTOR-SECCIONADOR TRIPOLAR SF6 24KV Instalación interruptor-seccionador tripolar SF6 24KV: comprende todos los trabajos y medios necesarios para realizar el montaje de interruptor/seccionador III exterior de corte SF6 en cualquier tipo de apoyo, aislamiento necesario y el circuito tierras exterior. Están incluidas las conexiones a la línea principal. Instalado acorde a las especificaciones EDE y del fabricante Incluye todo el material. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	1,00	3.078,52	3.078,52
001.03	ud	MONTAJE APOYO CELOSIA C-2000-16 Montaje apoyo celosía C-2000-16: Montaje totalmente terminado según las especificaciones de EDE y del fabricante. comprende la excavación en cualquier terreno, la colocación del apoyo de celosía, colocación de crucetas, herrajes, amarres, aisladores, la aportación de hormigón y la reposición del pavimento. Incluye todo el material.	2,00	1.733,10	3.466,20
001.04	ud	PUESTA A TIERRA APOYO MT Puesta a tierra apoyo MT: Comprende todos los trabajos, materiales y medios necesarios para realizar una puesta a tierra apoyos MT, con el hincado del electrodo, tendido del cable de tierra protegido con tubo de pvc sujeto al poste, conexionado del cable, colocación de las grapas a los electrodos y efectuando finalmente el tapado de la zanja. totalmente terminado según especificaciones EDE. Incluye todo el material.	2,00	82,45	164,90
001.05	ud	PUESTA A TIERRA APOYO FRECUENTADO MT Puesta a tierra apoyo frecuentado: Comprende todos los trabajos, materiales y medios necesarios para realizar una puesta a tierra con anillo difusor apta apoyos frecuentados, con el hincado del electrodo, tendido del cable de tierra protegido con tubo de pvc sujeto al poste, conexionado del cable, colocación de las grapas a los electrodos y efectuando finalmente el tapado de la zanja. totalmente terminado según especificaciones EDE. Incluye todo el material.	1,00	308,20	308,20
001.06	ud	ACERADO PERIMETRAL APOYO FRECUENTADO Acerado perimetral apoyo frecuentado: construcción de acera perimetral para un apoyo MT. según especificaciones EDE. Incluye todo el material.	1,00	356,24	356,24
001.07	m ²	ANTIescalO DE OBRA CIVIL Instalar antiescalo de obra civil: comprende todos los trabajos y medios necesarios para realización de antiescalo de obra civil en apoyo metálico según especificaciones EDE. comprende la construcción de un tabique de obra y revestimiento de cemento que cumpla la altura mínima de 2,5 metros, incluye el pintado del antiescalo de obra con aporte de pintura. incluye la caja de registro de tierras.	34,50	34,00	1.173,00
001.08	ud	FORRADO AVIFAUNA APOYO Forrado avifauna apoyo completo: comprende todas las operaciones necesarias para aislar apoyo (1 circuito) con derivación, maniobras, conversión, autoválvulas. según especificaciones EDE. Incluye todo el material.	2,00	574,30	1.148,60
TOTAL CAPÍTULO 001-----Línea Aerea de Media Tensión			1		10.375,46
002	1	Centro de transformación	1		
002.01	ud	INSTALACIÓN CT PREFAB.SUPERFICIE BAJO POSTE Instalación CT bajo poste prefab.superficie 1 trafo. Incluye excavación, transporte y asentamiento del ct, instalación, señalización, sellado entrada cables. según especificaciones EDE y fabricante. Incluye todo el material y caseta prefabricada homologado por EDE.	1,00	4.411,81	4.411,81
002.02	ud	ACERADO PERIMETRAL CT RURAL BAJO POSTE Acerado perimetral CT rural bajo poste. Construcción de acera perimetral para un CT rural bajo poste. según especificaciones EDE. Incluye todo el material.	1,00	707,55	707,55
002.03	ud	CORTAFUEGOS PERIMETRAL Comprende la confección de una losa de hormigón pobre, según las especificaciones EDE. incluye acondicionamiento del terreno y todos los trabajos necesarios para la correcta ejecución	1,00	430,21	430,21
002.04	ud	CIRCUITO DE TIERRAS EXTERIOR (HERRAJES)	1,00	530,85	530,85

		Instalación y confección circuito exterior de tierras (herrajes): instalación y montaje de circuito puesta tierra de herrajes según memoria de cálculos y también comprende la aportación y colocación de mallazo electrosoldado 15x15x6, sus conexiones al circuito de tierra general. Incluye todo el material. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.			
002.05	ud	CIRCUITO DE TIERRAS EXTERIOR (NEUTRO) Instalación y confección circuito exterior de tierras (neutro): instalación y montaje de circuito puesta tierra de neutro según memoria de cálculos y también comprende la realización de zanja y tendido de cable aislado 1x50cu. Incluye todo el material. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	1,00	334,09	334,09
002.06	ud	CIRCUITO DE TIERRAS INTERIOR (NEUTRO + HERRAJES) Circuito tierra interior ct superficie 1 trafo : instalación completa del circuito de puesta a tierra protección para un ct superficie con un transformador de acuerdo con las características constructivas que se indican la memoria de cálculo, incluyendo: montaje con cable de cu comprendiendo la colocación y la conexiones tanto a herrajes como a los aparatos de mt. incluye la colocación y material de cajas de revisión de tierras. Incluye todo el material. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución	1,00	209,75	209,75
002.07	ud	INSTALACIÓN PORTAFUSIBLE DE EXPULSIÓN CUT-OUT (XS) Instalación fusible de expulsión (XS) 24 kv para protección del transformador. Comprende el montaje portafusible y tubo porta fusible con la intensidad asignada en cálculos justificativos sobre cualquier tipo de apoyo, incluye aportación y colocación de los herrajes necesarios y su conexión a la línea general, acorde a las especificaciones Edistribución y del fabricante. Incluye todo el material. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución	3,00	214,60	643,80
002.08	ud	PUENTE MT RH5Z1 95MM2 AL 12/20KV Puente interconexión entre fusibles de expulsión (XS) instalados sobre apoyo y transformador RH5Z1 3(1x95MM2) AL 12/20KV, según calculos justificativos. Incluido conversión aerea - subterránea, pararrayos, tramo canalización unión apoyo MT y CT bajo poste, material, conectores y accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	1,00	1.316,02	1.316,02
002.09	ud	INSTALACIÓN TRANSFORMADOR 100KVA 20KV B2 ECODISEÑO TIER 2 Instalación transformador 100KVA 20KV B2 ECODISEÑO TIER 2, según normativa Ecodiseño TIER 2 equipado con termómetro y pasatapas AT abierto, incluido accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	1,00	3.866,35	3.866,35
002.10	ud	INSTALACIÓN PUENTE DESCARGA BT Puente interconexión BT entre transformador y cuadro BT según calculos justificativos, libre de halogenos, incluido material, terminales bimetalicos y accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	1,00	179,09	179,09
002.11	ud	INSTALACION CUADRO INTERRUPTOR BT PARA CT BAJO POSTE 2/3 SALIDAS Instalación de cuadro BT con interruptor automático para CT bajo poste de 50kva a 250 kva - 400/230v, con 2/3 salidas de BT, en centro de transformación. cuando vaya sobre bastidor, la colocación del mismo va incluida en esta posición. incluye la colocación de los transformadores de intensidad toroidales si fuese necesario. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	1,00	1.443,40	1.443,40
002.12	ud	INSTALACIÓN CIRCUITO DE ALUMBRADO Y PROTECCIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Circuito de alumbrado y protección, para centro de transformación bajo poste, debidamente montado y conexionado, Incluido material y accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	1,00	213,25	213,25
002.13	ud	CARTELERÍA SEGURDAD Y SALUD Partida compuesta por cartel de primeros auxilios, cartel 5 reglas de oro y placas de peligro riesgo eléctrico. Totalmente montado según normas particulares Edistribución.	1,00	29,61	29,61
TOTAL CAPÍTULO 002-----Centro de transformación			1		14.315,78
003	1	Línea subterránea Baja Tensión	1		
003.01	m	CANALIZACION 2 TUBOS BT PE 160MM Comprende la realización de canalización subterránea para 2 tubos, según secciones normalizadas, con una anchura y profundidad según norma constructiva e distribución, incluyendo la aportación y colocación de tubos, bitubo para comunicaciones y accesorios, hormigón para el prisma de los tubos, relleno de la canalización, reposición de pavimento. realización según norma EDE.	3,00	46,14	138,42
003.02	ud	INSTALACIÓN ARQUETA PREFABRICADA MODELO A1	1,00	300,40	300,40

		Instalación arqueta prefabricada modelo A1: instalación de una arqueta A1 según especificaciones EDE, en cualquier tipo de terreno. incluye toda la obra civil necesaria y reposición del pavimento. Incluye la colocación de molde, tapa y marco. Incluye todo el material.			
003.03	m	TENDIDO BAJO TUBO CIRCUITO Xz1(S)3x150/95Al Tendido e instalación de 1 circuito completo de cable de baja tensión Xz1(S)3x150/95Al en tubo nuevo, incluye la realización de todos los empalmes necesarios en el tendido y realización de puntas muertas si son necesarias. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	6,00	7,94	47,64
003.04	ud	CONEXIÓN A CIRCUITO CON TERMINAL BT Conexión a circuito con terminal a cuadro de BT: Comprende el corte del circuito a medida (3F+N) . La realización de los terminales usando para su apriete maquina hidráulica de compresión e instalación de fusibles. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	1,00	34,33	34,33
003.05	ud	ACOMETIDA SUBTERRANEA BT Xz1(S)4x50Al DESDE APOYO CON CONVERSIÓN Realización de una derivación Xz1(S)4x50Al, desde apoyo según especificaciones EDE, incluyendo obra civil. Incluye las conexiones. Incluye todo el material. Totalmente conexionado y montado según normas particulares Edistribución.	2,00	235,45	470,90
003.06	ud	HORNACINA PREFABRICA HORMIGON MODULO TRIFASICO Aportación e instalacion de hornacina prefabricada hormigón para modulo trifasico, según especificaciones EDE. Incluye todo el material. Totalmente instalada según REBT. y normas particulares.	1,00	120,70	120,70
003.07	ud	CAJA PROTECCIÓN Y MEDIDA TRIFASICA Aportación e instalacion de caja protección y medida trifasica con base portafusibles tipo BUC NH-00 y mirilla visualización, según especificaciones EDE. Incluye todo el material. Totalmente instalada según REBT. y normas particulares.	1,00	215,35	215,35
TOTAL CAPÍTULO 003-----Línea Subterranea de Baja Tensión			1		1.327,74
004	1	Línea aérea Baja Tensión	1		
004.01	m	TENDIDO TRENZADO BT SOBRE APOYO DE LÍNEA RZ: 3X50Al/54,6Alm Tendido trenzado BT sobre apoyo de línea Rz: 3x50Al/54,6Alm comprende el tendido según especificaciones EDE. Incluidos accesorios necesarios para su correcta instalación y todo el material necesario. Totalmente instalada según REBT. y normas particulares.	197,00	5,20	1.024,40
004.02	ud	MONTAJE APOYO HORMIGÓN BT HV800-R11 Montaje apoyo hormigón BT HV800-R11 incluyendo el montaje totalmente terminado según las especificaciones de EDE y del fabricante. Comprende la excavación en cualquier terreno, la colocación del apoyo de hormigón BT, la aportación de hormigón y reposición del pavimento. Incluidos accesorios necesarios para su correcta instalación, incluido ganchos de anclaje cuerda de vida si fuese necesario y todo el material necesario. Totalmente instalada según REBT. y normas particulares.	2,00	569,61	1.139,22
004.03	ud	MONTAJE APOYO HORMIGÓN BT HV1000-R09 Montaje apoyo hormigón BT HV1000-R09 incluyendo el montaje totalmente terminado según las especificaciones de EDE y del fabricante. Comprende la excavación en cualquier terreno, la colocación del apoyo de hormigón BT, la aportación de hormigón y reposición del pavimento. Incluidos accesorios necesarios para su correcta instalación, incluido ganchos de anclaje cuerda de vida si fuese necesario y todo el material necesario. Totalmente instalada según REBT. y normas particulares.	1,00	635,55	635,55
004.04	ud	MONTAJE APOYO HORMIGÓN BT HV630-R11 Montaje apoyo hormigón BT HV630-R11 incluyendo el montaje totalmente terminado según las especificaciones de EDE y del fabricante. Comprende la excavación en cualquier terreno, la colocación del apoyo de hormigón BT, la aportación de hormigón y reposición del pavimento. Incluidos accesorios necesarios para su correcta instalación, incluido ganchos de anclaje cuerda de vida si fuese necesario y todo el material necesario. Totalmente instalada según REBT. y normas particulares.	1,00	552,95	552,95
004.05	ud	MONTAJE APOYO HORMIGÓN BT HV800-R13 Montaje apoyo hormigón BT HV800-R13 incluyendo el montaje totalmente terminado según las especificaciones de EDE y del fabricante. Comprende la excavación en cualquier terreno, la colocación del apoyo de hormigón BT, la aportación de hormigón y reposición del pavimento. Incluidos accesorios necesarios para su correcta instalación, incluido ganchos de anclaje cuerda de vida si fuese necesario y todo el material necesario. Totalmente instalada según REBT. y normas particulares.	1,00	666,98	666,98
004.06	ud	PUESTA A TIERRA NEUTRO BT EN APOYO Puesta a tierra neutro BT en apoyo, comprende todos los trabajos, materiales y medios necesarios para la apertura y cierre de zanja, hincado del electrodo, tendido del cable de tierra protegido con tubo de pvc sujeto al poste y conexionado del cable. Totalmente instalada según REBT. y normas particulares.	1,00	74,40	74,40

004.07	ud	INSTALACION CGP EN APOYO Instalación de CGP en apoyo. Comprende la colocación de CGP sobre cualquier tipo de apoyo. Totalmente instalada según REBT, incluye material. y normas particulares.	1,00	95,16	95,16
TOTAL CAPÍTULO 004-----Línea Aérea de Baja Tensión			1		4.188,66
005	1	SEGURIDAD Y SALUD	1		
005.01	ud	P.A. SEGURIDAD Y SALUD Partida alzada reservada para el capítulo de seguridad y salud, según estudio básico de seguridad y salud e indicaciones de la D.F.	1,00	602,26	602,26
TOTAL CAPÍTULO 005-----SEGURIDAD Y SALUD			1		602,26
006	1	GESTIÓN DE RESIDUOS	1		
006.01	ud	P.A. GESTIÓN DE RESIDUOS Partida referente al conjunto de gastos por la gestión de los residuos de construcción y demolición, conforme al Estudio de Gestión de Residuos anexo al proyecto, incluyendo: Servicio de entrega, alquiler, recogida y transporte de contenedor de residuos de construcción y demolición mezclados, producidos en obras de construcción y/o demolición, hasta vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos o centro de valorización o eliminación situado a <20km de distancia, considerando el coste de vertido, según R.D. 105/2008.	1,00	271,25	271,25
TOTAL CAPÍTULO 006-----GESTIÓN DE RESIDUOS			1		271,25
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL					30.207,64
TOTAL					31.081,15
Gastos generales (13 %)				4.040,55	
Beneficio Industrial (6 %)				1.864,87	
SUMA G.G. Y B.I.					5.905,42
I.V.A 21%					7.767,18
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL					44.753,75

Asciende el presupuesto general, a la cantidad de CUARENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

En Almería, junio de 2025

Fdo.: D. Francisco López Roda
Colegiado COITIAL nº 1.002

HOJA DE CONTROL DE FIRMAS VISADO

El Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería ha realizado esta trámite administrativo siguiendo los procedimientos del los Sistemas de Gestión de calidad UNE-EN ISO 9001 y Medioambiental UNE-EN ISO 14001, comprobándose los siguientes puntos:

1. El Ingeniero está Colegiado.
2. El Ingeniero tiene titulación declarada.
3. No consta que el Ingeniero haya sido inhabilitado profesionalmente, ni judicialmente.
4. El Ingeniero ha declarado que tiene seguro de responsabilidad civil profesional.
5. El Ingeniero ha declarado estar dado de alta para el ejercicio de la profesión.
6. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

DATOS DEL TRABAJO

Título	
Dirección	
Provincia	Localidad
Cliente	N.I.F./D.N.I. [REDACTED]

Firma institución

[REDACTED]

Firma institución

± Colegiado que realiza el trámite

COLEGIADOS

Nombre

Nombre

Número de colegiado

Número de colegiado

[REDACTED]

Nombre

Nombre

Número de colegiado

Número de colegiado

Documento original depositado en los archivos electrónicos del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (COITIAL) con VISADO V-003511/25, de 15/07/2025, EXPEDIENTE nº 102252, CSV: COGSWO88-WKGG-0WIG4-SOSO-8KO017-9KS5EM

Este VISADO acredita la identidad y habilitación profesional del autor y la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa vigente y aplicable al trabajo visado. Se informa que este colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestas de manifiesto por este colegio al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado.

