



ecoinTEGRAL

Todos ingenieros. Todos a su servicio.

e-distribución

Nº Registro: 00028_20_7687
Nº Expediente: 253007

PROYECTO DE EJECUCIÓN

**De traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta
construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el
término municipal de El Burgo, (Málaga)**

COORDENADAS UTM (ETRS89)

CD2018 "El Burgo"

HUSO: 30

X(m): 326321

Y(m): 4073351

Málaga, Febrero 2021

Documentos del Proyecto

- 1.- Memoria**
 - 2.- Cálculos Justificativos**
 - 3.- Planos**
 - 4.- Pliego de Condiciones técnicas**
 - 5.- Presupuesto**
 - 6.- Estudio de Gestión de Residuos**
 - 7.- Estudio Básico de Seguridad y Salud**
- Anexo 1, Estudio Campos Magnéticos**

0 Hoja de identificación

Título del proyecto	Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).								
Emplazamiento del Proyecto	En Calle Nueva, 53, en el T.M. de El Burgo, (Malaga).(Málaga)								
	Coordenadas UTM (ETRS-89) de la instalación								
	<table><thead><tr><th>Ubicación</th><th>X</th><th>Y</th><th>Huso</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td>326321</td><td>4073351</td><td>30</td></tr></tbody></table>	Ubicación	X	Y	Huso		326321	4073351	30
Ubicación	X	Y	Huso						
	326321	4073351	30						
Proyecto encargado por	EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U. CIF: B-82.846.817 C/ Ribera del Loira, 60 28042 - MADRID Representante legal: José María Muñoz Márquez Domicilio a efectos de notificaciones: C/ Maestranza, 6, C.P. 29.016, Málaga (Málaga).								
Proyecto redactado por:	Rafael Flores Ventura Titulación: Ingeniero Técnico Industrial Nº Colegiado: 5.557 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga								
Razón social:	Ecointegral Ingeniería, S.L. Centro de Negocios la Alborada, Local 2 – Edificio B C/ Imprenta La Alborada, parcela 124 D Parque Empresarial Las Quemadas C.P. 14014 Córdoba Tfno.: 957 761 213 – Fax: 957 761 202								

Características de la instalación.						
Línea subterránea de media tensión						
Clase de línea	Origen	Final				
Línea Subterránea de Media tensión	CD nuevo a instalar de configuración 2L+P.	Circuito n°1 (2 metros): Conexión y empalme con línea aérea de media tensión existente en apoyo MT a instalar.				
		Circuito n°2 (2 metros): Conexión y empalme con línea aérea de media tensión existente en apoyo MT a instalar				
Tensión	Longitud (m)	Conductor				
		Material	Sección (mm ²)			
20 kV	2x2	Al	3x(1x240)			
Línea aérea de media tensión						
Clase de línea	Origen	Final				
Doble circuito de L.A.M.T	Apoyo existente N°1 con L.A.M.T "YUNQUERA"	Apoyo a instalar N°3, con conversión A/S				
Tensión	Longitud	Conductor				
		Material	Sección (mm ²)			
20	2 x 11	LA 56	LA-56			
Centro de distribución						
Clase de Centro	N° de Transformadores / Potencia Trafo / Relación de Transformación	Configuración de las celdas				
CT Prefabricado	1 / 630kVA/ 20.000-400 V	2L+P				
Línea subterránea de baja tensión						
Circuito	Origen	Tramo	Final			
L1,L2,L3,L4,L5,L6,L7	CBT del nuevo CD a instalar	Longitud: 7x14 m	Arqueta A2 N°3			
L8	CBT del nuevo CD a instalar	1x16 m	Arqueta A2 N°4			
Tensión del Suministro (V)	Longitud total (m)	Conductor				
		Material	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Canalización (mm)	Arquetas tipo A1/A2
400	114	Al	RV 0,6/1 kV	3x1x240+1x150	160	-/2

Línea aérea de baja tensión						
Clase de línea		Tramo		Origen		Final
Aérea		Tramo 1 con doble circuito		Arqueta a instalar N°3		Conexión con línea aérea existente
Tensión kV	Longitud total (m)	Clase de apoyos	Conductor		Aisladores	Protección y maniobra
			Material	Sección (mm ²)	Clase	
0,4	2 x 5 m	-	Al/Alm	RZ 3x95/54,6mm ²	-	-
Especificaciones						
<p>El objetivo del presente proyecto consiste en trasladar el centro de transformación CD 2018 “El Burgo” a una caseta de nueva planta que se ha construido para tal efecto en el patio solar, modificando para ello las líneas de media y baja tensión existentes.</p> <p>Para ello se realizarán las siguientes actuaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Previo a la instalación, se realizará el desmantelamiento de varios tramos de línea existente: <ul style="list-style-type: none"> • Desmantelamiento de 18 metros de línea aérea de media tensión existente, así como desmantelamiento de apoyo existente y del CD 2018 a desplazar. • Desmantelamiento de 3 metros de línea subterránea de media tensión existente • Desmantelamiento de 41 metros de línea aérea de baja tensión existente - LSMT: Se realizará la instalación de 2 nuevos tramos de línea subterránea de media tensión de 2 metros cada uno, procedentes de las celdas 17 y 37 del nuevo CD 2018, con conductores RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 mm² Al, hasta conexión en apoyo a instalar con línea aérea de media tensión existente. - LAMT: Se realizará tendido de un tramo de 11 metros de doble circuito LA-56 desde apoyo existente N°1 hasta apoyo a instalar N°3. Se realizará una conversión aéreo-subterránea en apoyo N°3 a instalar. - LSBT: Se realizará la instalación de 1 tramo de 8 líneas subterráneas de baja tensión, 7 de ellas con una longitud de 14 metros y una última con una longitud de 16 metros, todos ellos con conductores RV 0,6/1 kV 3x1x240+1x150 mm² Al a instalar, bajo 12 metros de canalización existentes con tubos libres y 4 metros de canalización a instalar. La nueva canalización se repartirá en 2 metros de canalización de 10T de PE de diámetro 160 mm y 2 metros de canalización 2T de PE de diámetro 160 mm. Será necesaria la ejecución de 2 arquetas tipo A2. - LABT: Se realizará la instalación de un tramo de 5 metros de doble circuito con conductores RZ 3x95/54,6mm² desde arqueta N°3 a instalar hasta conexión con línea aérea de baja tensión existente. <p>Serán necesarias 8 conversiones aéreo-subterráneas. 7 de estas conversiones se realizarán en arqueta a instalar N°3, mientras que la octava conversión se realizará en arqueta a instalar N°4.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nuevo CD 2018: El nuevo CD a instalar será de tipo prefabricado PFU-5 ORMAZABAL, y llevará la siguiente configuración: 						

- Celda modular con configuración 2L+P, cuadro de baja tensión y ampliación y transformador de 630 kVA tipo B2 con una relación de transformación 20/0,40 kV

La línea subterránea de media tensión denominada "YUNQUERA" está regularizada con el nº de expediente REG-E-15581.

ÍNDICE

0	Hoja de identificación.....	3
1	OBJETO DEL PROYECTO	14
2	TITULAR DE LA INSTALACIÓN	14
3	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	14
4	ANTECEDENTES	15
5	TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA.....	15
6	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA	15
6.1	NORMAS DE CONSULTA UNE Y NORMAS DE EDISTRIBUCIÓN.....	16
7	SIGLAS	22
8	EMPLAZAMIENTO	23
9	NIVELES DE TENSIÓN	23
10	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	23
10.1	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO.....	23
10.2	DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	24
10.3	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.....	24
10.4	Excepcionalidad de uso del RH5Z1.	28
10.5	CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO.....	29
10.6	PUESTA A TIERRA.....	30
10.7	POSIBLES AFECCIONES CON SERVICIOS URBANOS	30
10.8	Reglamento UE 584/2014, desarrollo Directiva 2009/125/CE (se añade a la memoria del antiguo proyecto).	34
11	LÍNEA AÉREA DE MT.....	35
11.1	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO.....	35
11.2	ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE MT	36
11.3	PROTECCIONES.....	43
11.4	CIMENTACIONES.....	43
11.5	PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	43

11.6	MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.....	47
11.7	DISTANCIAS DE SEGURIDAD	48
12	CT EDIFICIO PREFABRICADO EN SUPERFICIE	51
12.1	DIMENSIONES.....	52
12.2	SUPERFICIES DE OCUPACIÓN	52
12.3	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN	52
12.4	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL.....	54
12.5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	55
12.6	PROTECCIONES.....	58
12.7	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	59
12.8	SISTEMA DE TELEGESTIÓN.....	63
12.9	LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS	63
12.10	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	64
12.11	VENTILACIÓN	65
12.12	INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTI VIBRACIONES	65
12.13	PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN	65
12.14	SEÑALIZACIÓN Y MATERIAL DE SEGURIDAD	66
13	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.	66
13.2	Cruzamientos y Paralelismos	68
13.3	Sistemas de Protección	69
14	LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN.....	69
0.15.1	Descripción de las instalaciones	70
0.15.3	Tipo de instalación.	70
0.15.4	Conductor aislado	70
0.15.5	Empalmes y conexiones.	70
0.15.6	Cajas generales de protección	70
0.15.7	Sistemas de protección	71
0.15.8	Cruzamientos y paralelismos.	71
0.15.8.1	Cruzamientos.....	71

0.15.8.2	Paralelismos	72
16	PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	73
17	RESUMEN DE DATOS	75
17.1	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA M.T.	75
17.2	LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.....	75
17.3	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	75
17.4	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	76
17.1	LÍNEA AÉREA DEBAJA TENSIÓN.....	76
17.2	ORGANISMOS AFECTADOS	77
17.6	GESTIÓN DE RESIDUOS	77
17.7	TRAMITACIÓN AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN.....	77
17.8	CONCLUSIONES.....	77
18	CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	80
18.1	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR	80
18.2	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES	80
18.3	INTENSIDAD CIRCULANTE POR LA LÍNEA	84
18.4	PROTECCIONES.....	84
18.5	POTENCIA A TRANSPORTAR.....	84
18.6	CAÍDAS DE TENSIÓN	85
18.7	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	85
19	CÁLCULOS LAMT	86
19.1	CALCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	86
19.2	INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES	89
19.3	INTENSIDAD MÁXIMA REAL DADA EN CABECERA DE SUBESTACIÓN	92
19.4	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CABLE	92
19.5	CAÍDAS DE TENSIÓN	93
19.6	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	95
19.7	COMPORTAMIENTO TERMICO DE LOS CONDUCTORES AÉREOS.....	95
19.8	CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.....	101
19.9	CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES	116
19.1	PUESTA A TIERRA APOYOS.....	119

19.2	DATOS INICIALES	119
19.1	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS	120
20	CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	130
20.1	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	130
20.2	CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.	151
20.3	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	153
17.3.1	Comprobación por densidad de corriente	153
17.3.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	153
17.3.3	Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.....	153
17.3.4	Selección de las protecciones de media y baja tensión	154
20.4	CÁLCULOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO DEL CT.	158
21	CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.....	165
21.1	Características de la instalación	165
21.2	Previsión de Cargas	165
21.3	Cálculos eléctricos de la línea subterránea de baja tensión	166
$I_f \leq 1,45 * I_z^5$	169
22	CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN	170
$I_f \leq 1,45 * I_z^5$	172
23	PLIEGO DE CONDICIONES	177
23.1	OBJETO.....	177
23.2	ALCANCE	177
23.3	DISPOSICIONES GENERALES.....	177
23.4	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.....	177
23.5	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	178
23.6	SEGURIDAD PÚBLICA	179
23.7	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	179
23.8	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	181
23.9	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES .	184
23.10	CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.	186

23.11	CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS SUPERFICIE	193
23.12	Condiciones técnicas para la obra civil en líneas eléctricas subterráneas de baja tensión	199
23.13	EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EDIFICIO PREFABRICADO DE SUPERFICIE	206
23.14	RECEPCIÓN DE LAS OBRAS	208
24	PRESUPUESTO	211
24.1	DESCRIPCIÓN	211
24.2	PRESUPUESTO GENERAL	212
25	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	217
25.1	OBJETO	217
25.2	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA Y SITUACIÓN	217
25.3	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	217
25.4	ACTIVIDADES BÁSICAS	217
25.5	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	218
25.6	MEDIDAS PREVENTIVAS	222
25.7	NORMATIVA APLICABLE	224
26	GESTIÓN DE RESIDUOS	229
26.1	OBJETO	229
26.2	CAMPO DE APLICACIÓN	229
26.3	REGLAMENTACIÓN	229
26.4	AGENTES	230
26.5	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN QUE SE GENERAN EN LA OBRA (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)	231
26.6	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS	234
26.7	MEDIDAS DE SEPARACIÓN EN OBRA	237
26.8	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA	238
26.9	PLIEGO DE CONDICIONES	240
26.10	PRESUPUESTO	243
27	ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EDIFICIO CON FACHADA ANCHA	245
27.1	OBJETO	245

27.2	NORMATIVA VIGENTE.....	245
27.3	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	246
27.4	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO	248
27.5	RESULTADOS.....	251
27.6	CONCLUSIONES.....	251
27.7	REFERENCIAS	252
28	Plan de gestión de la calidad durante la redacción del proyecto	252
28.1	Procedimiento 01: Requisitos del cliente	252
28.2	Procedimiento 02: Diseño	253
28.3	Procedimiento 03: Datos de partida	256
28.4	Procedimiento 04: Programación y control de obras	257
28.5	Procedimiento 05: Revisión de proyectos.....	259
28.6	Procedimiento 06: Cierre proyectos y expedición de la documentación	260
28.7	Procedimiento 07: Identificación y puesta al día de requisitos legales	264
29	Declaración responsable sobre las circunstancias y normativas urbanísticas de aplicación, a los efectos del cumplimiento del artículo 14 del Decreto 60/2010 Reglamento de Disciplina Urbanística de la Comunidad Autónoma de Andalucía	267

Documento 1

MEMORIA

1 OBJETO DEL PROYECTO

EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U. proyecta el traslado del centro de transformación CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, modificando para ello la línea de media tensión existente "YUNQUERA" de 20 kV, así como las líneas existentes de baja tensión.

Con el presente proyecto se pretende establecer las características a que habrá de ajustarse dicha instalación, con el fin de obtener Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción por parte del Servicio Provincial de Industria de Málaga.

2 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular y propietario de la instalación objeto del presente proyecto es la empresa distribuidora EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U., con C.I.F. B-82846817 a efectos de notificaciones, en Calle Maestranza 6, CP 29016. Málaga.

3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La línea subterránea a ejecutar discurre por **el término municipal** de El Burgo. Para ello se realizarán las siguientes actuaciones:

- Previo a la instalación, se realizará el desmantelamiento de varios tramos de línea existente:
 - Desmantelamiento de 18 metros de línea aérea de media tensión existente, así como desmantelamiento de apoyo existente y del CD 2018 a desplazar.
 - Desmantelamiento de 3 metros de línea subterránea de media tensión existente
 - Desmantelamiento de 41 metros de línea aérea de baja tensión existente
- LSMT: Se realizará la instalación de 2 nuevos tramos de línea subterránea de media tensión de 2 metros cada uno, procedentes de las celdas 17 y 37 del nuevo CD 2018, con conductores RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 mm² Al, hasta conexión en apoyo a instalar con línea aérea de media tensión existente.
- LAMT: Se realizará tendido de un tramo de 11 metros de doble circuito LA-56 desde apoyo existente N°1 hasta apoyo a instalar N°3. Se realizará una conversión aéreo-subterránea en apoyo N°3 a instalar.
- LSBT: Se realizará la instalación de 1 tramo de 8 líneas subterráneas de baja tensión, 7 de ellas con una longitud de 14 metros y una última con una longitud de 16 metros, todos ellos con conductores RV 0,6/1 kV 3x1x240+1x150 mm² Al a instalar, bajo 12 metros de canalización existentes con tubos libres y 4 metros de canalización a instalar. La nueva canalización se repartirá en 2 metros de canalización de 10T de PE de diámetro 160 mm y 2 metros de canalización 2T de PE de diámetro 160 mm. Será necesaria la ejecución de 2 arquetas tipo A2.

- LABT: Se realizará la instalación de un tramo de 5 metros de doble circuito con conductores RZ 3x95/54,6mm² desde arqueta N°3 a instalar hasta conexión con línea aérea de baja tensión existente.

Serán necesarias 8 conversiones aéreo-subterráneas. 7 de estas conversiones se realizarán en arqueta a instalar N°3, mientras que la octava conversión se realizará en arqueta a instalar N°4.

- Nuevo CD 2018: El nuevo CD a instalar será de tipo prefabricado PFU-5 ORMAZABAL, y llevará la siguiente configuración:
 - Celda modular con configuración 2L+P, cuadro de baja tensión y ampliación y transformador de 630 kVA tipo B2 con una relación de transformación 20/0,40 kV

4 ANTECEDENTES

Según el Decreto 9/2011, de 18 de Enero, "No será necesario el trámite de información pública para autorizar las instalaciones de alta tensión de tercera categoría, que no requieran de declaración de utilidad pública en concreto, correspondientes a las líneas subterráneas y centros de transformación cuyo emplazamiento se encuentre en suelo urbano o urbanizable.

La línea subterránea de media tensión objeto del presente proyecto denominada "YUNQUERA" está legalizada con número REG-E-15581.

5 TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA

El técnico autor del proyecto estima oportuno presentar un proyecto donde se defina totalmente la instalación, aportando para ello los cálculos justificativos necesarios, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la Aprobación del Proyecto y servir como base genérica para la ejecución de la obra.

6 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones:

- 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 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.
- 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 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- 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 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.
- Ordenanzas municipales de los Ayuntamientos afectados.

6.1 NORMAS DE CONSULTA UNE Y NORMAS DE EDISTRIBUCIÓN

6.1.1 Normas UNE

- UNE-EN 60076-1 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60076-2 Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
- UNE 21021 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- UNE 21120 Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.
- UNE-EN 60099 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE 60129 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna

- UNE 211620, Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV.
- UNE-EN 50102, Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50180, Pasatapas para transformadores sumergidos en líquido para tensiones comprendidas entre 1 kV y 52 kV y de 250 A a 3,15 kA.
- UNE-EN 50181, Pasatapas enchufables para equipos distintos a transformadores rellenos de líquido para tensiones superiores a 1 kV y hasta 52 kV y de 250 A a 2,5 kA.
- UNE-EN 60228, Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 61238, Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ($U_m=42$ kV).
- UNE-HD 620-10E, Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares, tripolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE.
- UNE-HD 629-1, Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

6.1.2 Normas de EDistribución

Resolución de 05/12/2018, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.Eléctrica, SLU.

- CNL002 Tubos Polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas
- FND005 Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión.
- FNH001 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie.
- FNL002 Cuadro de distribución en BT con conexión de Grupo para CT
- FNZ001 Cuadros modulares de distribución para centros de transformación.
- NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco.
- NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial
- GSCB001 12V VRLA Accumulators for Powering Remote-Control Device of Secondary Substations
- GSCL001 Electrical Control Panel Auxiliary Services of Secondary Substations
- DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV"
- GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter
- GST001 MV/LV Transformers
- GSTR001 Remote Terminal Unit for secondary substations
- GSPT001 Detector de Paso de falta Direccional
- GSC002 Technical specification of low voltage cables with rated voltage $U_0 / U (U_m)$ 0,6/1,0 (1,2) Kv

- GSCC004 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV COLD SHRINK COMPACT JOINTS FOR MV UNDERGROUND CABLES
- GSCC005 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV COLD SHRINK TERMINATIONS FOR MV CABLES
- GSCC006 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV SEPARABLE CONNECTORS FOR MV CABLES".
- NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas.
- NMH00100 Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliester, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas
- NNH00200 Marcos y tapas de fundición para canalizaciones subterráneas.

Normativa general de construcción

- Ley 38/1999 de 05/11/1999, EDIFICACIÓN. Ordenación de la Edificación.
- Decreto 3565/1972 de 23/12/1972, CONSTRUCCIÓN. Establece normas tecnológicas de la edificación NTE.
- Orden de 15/02/1973, CONSTRUCCIÓN. Aprueba la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ECS/1973, "Estructuras-cargas sísmicas".
- Orden de 28/03/1973, CONSTRUCCIÓN. Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ECT/1973, "Estructuras-Cargas Térmicas".
- Orden de 12/04/1973, CONSTRUCCIÓN. Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ECR/1973, "Estructuras-Cargas por Retracción".
- Orden de 04/06/1973, CONSTRUCCIÓN. Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ECV/1973, "Estructuras-Cargas Viento".
- Orden de 04/12/1986, por la que se aprueba la Norma tecnológica de la edificación NTE-CSZ: "Cimentaciones Superficiales: Zapatas".
- Orden de 22/08/1986, por la que se aprueba la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-EAE: "Estructuras de Acero. Espaciales".
- Ley 7/2002 de 17/12/2002, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Corrección, errores de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía (BOJA nº 154, de 31.12.02).
- Real Decreto de 17/03/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - DB SI Seguridad en caso de Incendio
 - DB HS Higiene, Salud y Protección del Medio Ambiente
 - DB SU Seguridad de Utilización
 - DB HE Ahorro de Energía
 - DB SE Seguridad Estructural
 - DB SE-AE Acciones en la Edificación
 - DB SE-C Cimientos, aplicado conjuntamente con los DB SE y DB SE-AE
 - DB SE-A Aceros, aplicado conjuntamente con los DB SE Y DB SE-AE
 - DB SE-F Fábrica, aplicado conjuntamente con los DB SE y DB SE-AE
 - DB SE-M Madera, aplicado conjuntamente con los DB SE y DB SE-AE
- Real Decreto 997/2002 de 27/09/2002, por el que se aprueba la norma de construcción sismo-resistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Orden de 04/07/1990, HORMIGÓN. Pliego de prescripciones técnicas generales para recepción de bloques en las obras de construcción (RB-90).
- Orden de 27/07/1988, LADRILLOS. Pliego general de condiciones para recepción de los cerámicos en las obras de construcción.
- Real Decreto 1797/2003 de 26/12/2003, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03).
- Decreto 60/2010 del 16 marzo, Reglamento de Disciplina Urbanística de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Instalaciones eléctricas de baja tensión

- Real Decreto 1955/2000 de 01/12/2000, ELECTRICIDAD. Regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 7/1988 de 08/01/1988, ELECTRICIDAD. Exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 154/1995 de 03/02/1995, ELECTRICIDAD. Modifica el Real Decreto 7/1988, de 8-1-1988, sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Orden de 06/06/1989, ELECTRICIDAD. Desarrolla y complementa el Real Decreto 7/1988, de 8-1-1988, relativo a exigencias de seguridad del material eléctrico, destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 842/2002 de 02/08/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Instrucción de 09/06/2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre normas aclaratorias para las tramitaciones a realizar de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado mediante RD 842/2002, de 2 de agosto.
- Instrucción de 14/10/2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.
- Guía de 01/10/2005, guía técnica de aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión REBT02 (Real Decreto 842/2002).
- Decreto 59/2005 de 01/03/2005, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.
- Orden de 27/05/2005, por la que se dictan normas de desarrollo del Decreto 59/2005, de 1 de marzo, para la tramitación de los expedientes de instalación, ampliación, traslado y puesta en servicio de industrias e instalaciones relacionadas en su anexo y su control.
- Orden de 5 de octubre de 2007, por la que se modifican el Anexo del Decreto 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos e instalaciones industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos, y la Orden de 27 de mayo de 2005 por la que se dictan normas de desarrollo del Decreto 59/2005.
- Resolución de 05/05/2005, 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.
- Resolución de 25/10/2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se regula el período transitorio sobre la entrada en vigor de las normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad, de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.S.L.U. en el ámbito de esta Comunidad Autónoma.
- Resolución de 23/03/2006, de corrección de errores y erratas de la Resolución de 5 de mayo de 2005, por la que se aprueban las normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Instalaciones protección contra incendios

- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Orden de 26/02/1974, CONSTRUCCIÓN. Norma tecnológica de la edificación NTE-IPF/1974, "Instalaciones de protección contra el fuego".
- Real Decreto 2267/2004 de 03/12/2004, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Corrección, de errores y erratas del 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 de 17/03/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
DB SI Seguridad en caso de Incendio

Normativa de prevención riesgos laborales aplicables a proyectos

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- El Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, de 1 de marzo).
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento de líneas aéreas de alta tensión (O.M. 28/11/68).
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, ordenación de la edificación.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1627/97 del 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras en construcción.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre señalización de seguridad salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las 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 entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo que incluye pantallas de visualización.
- Real Decreto 1495/1986 de 26 de mayo, por el que se aprueba el reglamento de seguridad en las máquinas.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 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 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- 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 291/1985 de 8 de noviembre, que aprueba el reglamento de aparatos de elevación y manutención.
- Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto, por el que se modifica el reglamento de aparatos de elevación y manutención aprobado por el R.D. 2291/1985 de 8 de noviembre.
- Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

- Real Decreto 783/2001 de 6 de julio, por el que se aprueba el reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- 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 837/2003 de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, y el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de edificación.
- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el código técnico de la edificación.
- Decreto 166/2005 de 12 de julio, por el que se crea el registro de coordinadores y coordinadoras en materia de seguridad y salud, con formación preventiva especializada en obras de construcción, de la comunidad autónoma de Andalucía.
- Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las instrucciones complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden Ministerial de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo: capítulo VI, artículos del 51 al 70.
- Orden Ministerial de 20 de mayo de 1952, que aprueba el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo de la construcción y obras públicas. (modificada por la orden de 10 de diciembre de 1953).
- Orden Ministerial de 10 diciembre de 1953 (cables, cadenas, etc., en aparatos de elevación, que modifica y completa la orden ministerial de 20 mayo de 1952, que aprueba el reglamento de seguridad e higiene en la construcción y obras públicas).
- Orden de 23 de septiembre de 1966, sobre trabajo en cubiertas, que modifica y complementa la orden de 20 de mayo de 1952, que aprueba el reglamento de seguridad e higiene en la construcción y obras públicas.

Normativa medioambiental de aplicación a proyectos

- Real Decreto Legislativo 1/2008 de 11 de enero por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. (BOE nº 103, de 30.04.86). Corrección de errores: (BOE nº 157, de 02.07.86).
- Real Decreto 1315/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (BOE nº 288, de 01.12.92).
- Orden de 29 de marzo de 1996 por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 245/1989, de 27 de febrero, sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra. Ministerio de Industria y Energía (BOE nº 089/1996 de viernes 12 de abril de 1996).
- Real Decreto 245/1989, de 27 de febrero, sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra. (BOE nº 60, de 11.03.89).
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre de Montes.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental CC.AA Andalucía BOJA 20-07-2007.
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actua-

ciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. REAL DECRETO 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

- REAL DECRETO 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.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Decreto 178/2006 de 10/10/2006, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía. (BOJA 87/1998, de 4 de agosto).
- Decreto 326/2003 de 25/11/2003, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.
- Corrección, de errores del Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección, contra la contaminación acústica de Andalucía.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 37/2003 de 17/11/2003, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005 de 16/12/2005, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- 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.
- LEY 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.
- LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Real Decreto 105/2008 regulación de los residuos de la construcción y demolición.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

7 SIGLAS

- EDE: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.Eléctrica
- CT: Centro de Transformación
- EP: Edificio Prefabricado
- MT: Media Tensión
- BT: Baja Tensión
- RD: Real Decreto
- PSBC: Fuente alimentación / cargador batería
- RGDAT: Indicador paso falta direccional y ausencia de tensión
- UCT: Unidad Compacta de Telemando
- UP: Unidad Periférica

- XLPE: Aislamiento de Polietileno Reticulado

8 EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones objeto de este proyecto estarán situadas en Calle Nueva, 53 en el término municipal de El Burgo, (Malaga). Su situación exacta figura en los planos adjuntos.

A continuación, se indican las coordenadas UTM de los nuevos apoyos e instalaciones implicadas:

Nº apoyo	Coordenadas X	Coordenadas Y	Sistema/Huso
Ap. N°3	X=326320	Y=4073353	ETRS89 Huso30

9 NIVELES DE TENSIÓN

La corriente eléctrica será alterna y trifásica a la tensión de 20 kV en el nivel de Alta Tensión y de 0,4 kV en el nivel de Baja Tensión, la frecuencia será de 50 Hz y el nivel de aislamiento del conjunto de la instalación será de 24 kV según la Tabla 1 excepto para los transformadores de potencia y los pararrayos.

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

U: Tensión nominal eficaz a 50 Hz entre dos conductores.

Um: Tensión eficaz máxima a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera, para los que se ha diseñado el material. Es la tensión máxima que puede ser soportada permanentemente en condiciones normales de explotación en cualquier punto de la red. Excluye las variaciones temporales.

10 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

10.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

El trazado discurre por terrenos de dominio público.

Se realizará la instalación de 2 nuevos tramos de línea subterránea de media tensión de 2 metros cada uno, procedentes de las celdas 17 y 37 del nuevo CD 2018, con conductores RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 mm² Al, hasta conexión en apoyo a instalar con línea aérea de media tensión existente.

La construcción y montaje de la red subterránea se realizará con la preceptiva licencia municipal, de acuerdo con lo que disponen las Ordenanzas Municipales, coordinándose con los diferentes servicios públicos que puedan verse afectados por la nueva obra, quedando así resueltos los posibles problemas de paralelismos y cruzamientos.

Para ver el trazado y canalizaciones, consultar planos adjuntos.

10.2 DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

El cable en la zanja estará bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro, tomando como referencia la norma CNL002 y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada u hormigón que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm.

La profundidad mínima es 70 cm en aceras y tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo urbano, es decir, la construcción de otras redes subterráneas eléctricas de B.T. de alumbrado público, las acometidas de redes subterráneas de B.T., y demás instalaciones de otros organismos.

10.3 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

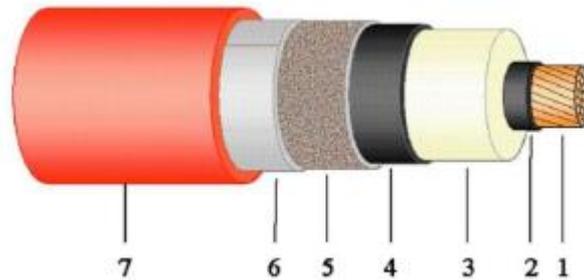
10.3.1 Cable aislado de potencia

10.3.1.1 Descripción del cable

El cable utilizado en la red subterránea de MT es unipolar de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado (R), con pantalla semiconductor sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica de aluminio asociada. Se ajustará a lo indicado en las Normas UNE-HD 620-10E y UNE 211620 y/o ITC-LAT-06 y se tomará como referencia la norma Endesa **DND001_ Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV_** La tensión nominal del conductor es de 18/30 kV y la sección de 240 mm².

El aislamiento está constituido por un diámetro seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial adecuado a la tensión nominal del cable

Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90°C y 250 °C en cortocircuito para $t \leq 5$. Temperaturas máximas admisibles para este conductor y este tipo de aislamiento.



Los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio del tipo y características que se indican continuación:

Restantes características:

Descripción		Uds	RH5Z1 240 18/30 kV
1.-Conductor	Naturaleza	--	Aluminio
	Número mínimo de alambres del conductor	--	30
	Diámetro mínimo de la cuerda	mm	17,6
	Diámetro máximo de la cuerda	mm	19,2
	Resistencia máxima del conductor a 20° C	Ω /km	0,125
	Resistencia máxima del conductor a 90° C	Ω /km	0,16
	Reactancia	Ω /km	0,114
	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor (1s)	kA	22,6
Intensidad máxima admisible en servicio permanente según condiciones estándar (*)	A	320	
2. Semiconductora interna	Espesor (t_1)	mm	0,5
3. Aislamiento	Material	--	XLPE
	Espesor (t_1)	mm	7,25
	Resistencia térmica	$K \cdot m/W$	3,5
	Tª máxima explotación	°C	90
	Tª máxima corto c.	°C	250
4. Semiconductora externa	Espesor (t_1)	mm	0,5
5. Pantalla	Material		Al
	Espesor (t_s)	mm	0,3
	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (1s)	kA	3,93
6. Barrera no propagación agua	Material	--	Cinta conductora hinchable

	Espesor (t_2)	<i>mm</i>	0,5
	Resistencia térmica	<i>K·m/W</i>	6
7. Cubierta	Material	--	Polioléfina (PE)
	Espesor (t_3)	<i>mm</i>	2,75
	Resistencia térmica	<i>K·m/W</i>	3,5

10.3.1.2 Conductor

Los conductores serán circulares compactas de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN 60228, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados. La sección del conductor previsto es de 240 mm².

10.3.1.3 Semiconductor interior

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductoras termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

10.3.1.4 Aislamiento

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C y características según la tabla anterior.

10.3.1.5 Pantallas semiconductoras externa

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductoras termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

10.3.1.6 Pantalla sobre el aislamiento

La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable.

Estará realizada con una cinta de aluminio de 0,3 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 5 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.

10.3.1.7 Cubierta exterior no metálico

La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, siguiendo como referencia la norma Endesa DND001 con la norma UNE –HD 620-10E.

10.3.2 Terminaciones

10.3.2.1 Terminales contráctiles en frío.

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.1, UNE 211027 y UNE EN 61442 y tendrán como referencia la norma Endesa **GSC005 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV COLD SHRINK TERMINATIONS FOR MV**

Sus características son:

Características generales	18/30 kV
Tensión nominal Uo/U:	18/30 kV
Tensión más elevada de la red Um:	36 kV
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV
Línea de fuga en interior:	>= 580 mm.
Línea de fuga en exterior	>= 900 mm.

10.3.2.2 Conectores separables

Se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF₆. Serán acordes a las Normas UNE-HD-629-1 y UNE-EN 61442. Se tomará como referencia la Norma **GSCC006 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable connectors for MV cables**

10.3.3 Empalmes

Se utilizarán empalmes contráctiles en frío, tomando como referencialas Normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442 y tomaran como referencia la **Norma GSCC004 12/20(24) kV and 18/30(36) kV cold shrink compact joints for MV underground cables.**

10.4 Excepcionalidad de uso del RH5Z1.

1. Se permiten soluciones diferentes a las contempladas en el reglamento de líneas de alta tensión, siendo imprescindible que la seguridad equivalente quede perfectamente acreditada.
2. El reglamento establece condiciones de mínimos, pero se admiten ejecuciones diferentes a las expuestas en el mismo, siempre que ofrezcan niveles de seguridad, al menos equivalentes.
3. El cable RH5ZI ya está contemplado en un reglamento posterior, el 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.
4. Existe informe del Laboratorio Central de Electrotecnia del 21 de diciembre de 2011, el cual realizó un examen comparativo de equivalencia técnica y de seguridad entre la norma UNE 211620:2010 y la norma UNE-HD 620-5- E1:2007, incluida en el listado de la ITC-LAT 02 del reglamento aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
5. Existe escrito de la Subdirección General de Calidad y Seguridad industrial de reconocimiento de equivalencia, a los efectos previsto en el artículo 6.3 del citado reglamento.
6. Lo previsto en el artículo 6.3 del Real Decreto 223/2008 le es aplicable a este tipo de cables, entendiendo que la expresión “para ciertos casos” del citado real decreto se refiere no sólo a casos puntuales, sino también a aquellos casos o circunstancias que por adaptación de tecnologías tengan seguridad equivalente comprobada.
7. Respecto a la aplicación del mismo criterio para considerar la situación de excepcionalidad respecto a las normas particulares de Endesa, como dichas normas no pueden contravenir una norma de rango superior y el reglamento estatal sí permite excepciones a su cumplimiento, las normas no pueden excluir la posible aplicación de aquellas.

Vistos los preceptos citados, esta Delegación Territorial de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo resuelve:

1. Aceptar el uso del cable RH5ZI por implicar un nivel de seguridad equivalente de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.3 del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
2. Aceptar la excepción del cumplimiento de las Normas Particulares de Endesa en lo relativo al tipo de conductor a utilizar.

10.5 CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO

La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será seccionable.

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

El tubo o bandeja se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. En el caso de tubo, su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de unas tres veces su profundidad.

Se instalará una arqueta cerca del apoyo en el caso de que exista previsión de instalación de fibra óptica, para realizar la conversión aérea subterránea de la fibra. La arqueta se dejará lo más próxima al apoyo con una distancia máxima de 5 m, y conectada mediante tubo de protección del cable de fibra que ascenderá por el lado opuesto al que ascienden los cables eléctricos hasta una altura de 2,5 m.

10.5.1 Pararrayos

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

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099. Se tomará como referencia la **Norma GE AND0015 Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.**

10.5.2 Arquetas

Se disponen las arquetas suficientes que facilitan la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser catas abiertas, arquetas ciegas o con tapas practicables.

Las arquetas prefabricadas tomarán como referencia la norma **NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas** y **NNH00200 Marcos y tapas de fundición para canalizaciones subterráneas**. El montaje de las arquetas de material plástico se realizará tomando como referencia el documento **NMH00100 Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliéster, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas**.

10.5.2.1 Tubos de polietileno

Se tomarán como referencia la norma **CNL002 Tubos Polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas**.

Las principales características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugada) rígido.
- Diámetro interior: 150 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 200 mm.
- Resistencia a la compresión: mayor de 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.
- Marcas en el tubo: Indicando nombre o marca del fabricante designación, fecha de fabricación, uso normal y Norma UNE EN 61386

10.6 PUESTA A TIERRA

Las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

10.7 POSIBLES AFECCIONES CON SERVICIOS URBANOS

Cuando las circunstancias lo requieran y se produzcan afecciones con servicios afectados, se recopilará toda la información posible de todos los servicios subterráneos previamente existentes en la zona. Además se recabará de los Organismos afectados los posibles condicionantes o normas particulares existentes en los cruzamientos o paralelismos con la línea subterránea de alta tensión. Entre los servicios existentes y la instalación a realizar se deberá mantener unas distancias mínimas con el fin de no afectar a dichas instalaciones. Dichas distancias serán, como mínimo, las indicadas en el art. 5 de la ITC-LAT 06 Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión. El resumen de las distancias entre los diferentes servicios se presenta resumida en la siguiente tabla:

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;">$\geq 0,60 \text{ m}$</p> <p>El cruce será perpendicular al vial, siempre que sea posible</p>		Los cables se colocaran 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;">$\geq 1,10 \text{ m}$</p> <p>El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo.</p>		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud
Otros cables de energía eléctrica	<p>Distancia entre cables:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,25 \text{ m}$</p> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables de MT de una misma empresa:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,20 \text{ m}$</p> <p>Distancia entre cables de MT y BT o MT de diferentes empresas:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,25 \text{ m}$</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Cables de telecomunicación	<p>Distancia entre cables:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,20 \text{ m}$</p> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,20 \text{ m}$</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Canalizaciones de agua	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p style="text-align: center;">$\geq 0,20 \text{ m}$</p> <p>Se evitara 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> <p style="text-align: center;">$\geq 0,20 \text{ m}$</p> <p>En arterias importantes 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.</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones y acometidas de gas	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,40 \text{ m}$ </div> <p>Con protección suplementaria</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,25 \text{ m}$ </div> <p>En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.</p> <p>La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $AP \geq 0,40 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,25 \text{ m}$ </div> <p>Con protección suplementaria 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> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $AP \geq 0,25 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,15 \text{ m}$ </div>	

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones y acometida interior de gas	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</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>Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p> <p>En caso de canalización entubada, se considerará como</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $AP \geq 0,25 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,10 \text{ m}$ </div> <p>protección suplementaria el propio tubo.</p> <p>AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</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>Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p> <p>En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $AP \geq 0,25 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,10 \text{ m}$ </div> <p>AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.</p>	
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.		Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Depósitos de carburante	<p>La distancia de los tubos al depósito será:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 1,20 \text{ m}$ </div> <p>La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.</p>		Los cables de MT se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre servicios: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,30 \text{ m}$ </div>		Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta

10.8 Reglamento UE 584/2014, desarrollo Directiva 2009/125/CE (se añade a la memoria del antiguo proyecto).

Según Reglamento UE Nº 584/2014 por el que se desarrolla la directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y el Consejo para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico; establece en el Anexo I, en el punto 1.1 que los requisitos para transformadores de potencia trifásicos medianos de potencia asignada no superior a 3.150 kVA, son los siguientes:

Potencia asignada (kVA)	1ª etapa (a partir del 1 de julio de 2015)		2ª etapa (a partir del 1 de julio de 2021)	
	Pérdidas máximas debidas a la carga P_k (W) (*)	Pérdidas máximas en vacío P_o (W) (*)	Pérdidas máximas debidas a la carga P_k (W) (*)	Pérdidas máximas en vacío P_o (W) (*)
≤ 25	C_k (900)	A_o (70)	A_k (600)	$A_o - 10\%$ (63)
50	C_k (1 100)	A_o (90)	A_k (750)	$A_o - 10\%$ (81)
100	C_k (1 750)	A_o (145)	A_k (1 250)	$A_o - 10\%$ (130)
160	C_k (2 350)	A_o (210)	A_k (1 750)	$A_o - 10\%$ (189)
250	C_k (3 250)	A_o (300)	A_k (2 350)	$A_o - 10\%$ (270)
315	C_k (3 900)	A_o (360)	A_k (2 800)	$A_o - 10\%$ (324)
400	C_k (4 600)	A_o (430)	A_k (3 250)	$A_o - 10\%$ (387)
500	C_k (5 500)	A_o (510)	A_k (3 900)	$A_o - 10\%$ (459)
630	C_k (6 500)	A_o (600)	A_k (4 600)	$A_o - 10\%$ (540)
800	C_k (8 400)	A_o (650)	A_k (6 000)	$A_o - 10\%$ (585)
1 000	C_k (10 500)	A_o (770)	A_k (7 600)	$A_o - 10\%$ (693)

El transformador que nos ocupa en el presente proyecto, las características que tiene son las siguientes:

Potencia asignada (kVA)	C_k	A_o	A_k	$A_o - 10\%$
630	6.500	600	4.600	$A_o - 10\%$ (540)

11 LÍNEA AÉREA DE MT

11.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

La línea eléctrica objeto del presente proyecto tiene su origen en el apoyo N°1 que intercepta la L.A.M.T existente denominada "YUNQUERA". Desde este apoyo se tenderá un doble circuito con conductor LA-56 hasta un nuevo apoyo N°3. Se instalarán un total de 1 apoyo de celosía (Ver planos) y se adecuarán según normativa vigente.

La longitud total del tramo es de 11 metros, discurriendo por el término municipal de El Burgo, (Malaga)

La línea proyectada está formada por los siguientes tramos:

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (M)	ÁNGULO CON ALINEACIÓN POSTERIOR (G)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	Ap. Nº1 - Ap. Nº2	11	-	<u>El Burgo, (Malaga)</u>
TOTAL	1	11		

La mayor cota del terreno se encuentra en las inmediaciones del apoyo Nº1, el cual alcanza una cota de 582 m. Por tanto, y según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), se deberá considerar a efectos de cálculo la zona A.

El trazado discurre por en su totalidad por zona urbana.

11.2 ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE MT

11.2.1 Apoyos

11.2.1.1 Tipologías de apoyo

Los apoyos a instalar serán metálicos de celosía.

11.2.1.1.1 Apoyos metálicos de celosía

Los apoyos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma de referencia **AND001 “Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV”**.

11.2.2 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.

11.2.2.1 Semicrucetas atirantadas

Cumplirán la norma UNE 207017 y la norma de referencia **AND001 “Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV”**.

11.2.3 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 el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Las dimensiones de los armados se determinarán por la distancia a mantener 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.

11.2.4 Conductores

Los conductores que se emplearán para la construcción de las LAMT cumplirán la norma UNE-EN 50182 y se tomará de referencia la norma informativa AND010 Conductores desnudos para líneas eléctricas aéreas de media tensión hasta 30 kV.

- Se emplearán conductores de aluminio con alma de acero galvanizado (tipo ST1A) 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).

El tramo a instalar será con conductor de las siguientes características:

Designación Nueva Anterior	Sección (mm ²)		Equivalencia En Cobre (mm ²)	Diámetro		Composición				Carga de rotura (daN)	Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)	Masa (kg/m)	Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	Coeficiente de dilatación lineal (°Cx10 ⁻⁶)	I _{máx.} (A)
	Aluminio	Total		Acero	Total	Alambres de aluminio		Alambres de acero							
						Nº	Ø (mm)	Nº	Ø (mm)						
47AL1/8-ST1A LA 56	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1.629	0,6129	188,8	7.900	19,1	199
94-AL1/22-ST1A LA 110	94,2	116,2	60	6,00	14,00	30	2,00	7	2,00	4.317	0,3067	432,5	8.000	17,8	318
147-AL1/34-ST1A LA 180	147,3	181,6	93	7,50	17,50	30	2,5	7	2,50	6.494	0,1963	675,8	8.000	17,8	431

Designación Nueva Anterior	Sección (mm ²)		Equivalencia En Cobre (mm ²)	Diámetro		Composición				Carga de rotura (daN)	Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)	Masa (kg/m)	Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	Coeficiente de dilatación lineal (°Cx10 ⁻⁶)	I _{máx.} (A)
	Aluminio	Total		Acero	Total	Alambres de aluminio		Alambres de acero							
						Nº	Ø (mm)	Nº	Ø (mm)						
47-AL1/8-20SA LARL 56	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1.707	0,5802	179,5	7.500	19,3	199
67-AL1/11-20SA LARL 78	67,3	78,6	44	3,78	11,3	6	3,78	1	3,78	2.312	0,4029	258,5	7.500	19,3	253
107-AL1/18-A20SA LARL 125E (*)	107,2	125,1	75	4,77	14,31	6	4,77	1	4,77	3.502	0,253	411,6	7.500	19,1	340
119-AL1/28-A20SA LARL 145 E (*)	119,3	147,1	78,5	9,45	15,75	15	3,15	4	3,15	5.669	0,2265	528,3	7.500	18,4	374
147-AL1/34-A20SA LARL 180	147,3	181,6	93	7,5	17,5	30	2,5	7	2,5	6.700	0,1819	634,7	7.500	18,4	431

Designación Nueva Anterior	Sección (mm ²)	Equivalencia En Cobre (mm ²)	Diámetro	Composición	Carga de rotura (daN)	Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)	Masa (kg/m)	Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	Coeficiente de dilatación lineal (°Cx10 ⁻⁶)	I _{máx.} (A)
	Aluminio Total		Total	Nº Ø (mm)						
148-AL2 D145	148,1	30	15,80	19	4812	0,2255	0,4065	5700	23e-6	425

11.2.5 Aislamiento

El aislamiento se dimensionará mecánicamente en función del conductor instalado, garantizando un coeficiente de seguridad a rotura igual o superior a 3, y eléctricamente en función del nivel de tensión de la red proyectada, de la línea de fuga requerida y de la distancia entre partes activas y masa.

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.

1.- Del tipo compuesto o polimérico. En ese caso la línea de fuga específica mínima será:

Tabla 4. Línea de fuga aisladores compuestos

Aisladores compuestos o poliméricos		
Tensión más elevada	Línea de fuga específica mínima (mm)**	
	Contaminación Normal/Alta	Contaminación Muy alta
24 kV	600	835
36 kV	900	1.250

(*)según documento EDE NNZ009

11.2.5.1 Aisladores compuestos o poliméricos

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:

Tabla 7. Conductores admisibles según cadena de aisladores

Aislador	Carga de rotura (daN)	Tracción máxima admisible (daN)	Conductores admisibles	Tensión nominal / Tensión más elevada (kV)	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 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145	--	Medio

CS 70 AB 125/455	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 70 AB 170/555	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145	30/36	Muy fuerte
CS 100 AB 125/580	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145	20/24	Fuerte
CS 100 AB 170/680	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
CS 70 AB 170/1150	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145	30/36	Muy fuerte

Cuando las solicitaciones mecánicas lo requieran podrán acoplarse dos cadenas de aisladores mediante un yugo. Es de obligatorio cumplimiento la utilización de aisladores poliméricos.

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).

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC- LAT 07), el R.D. 223/2008 recomienda que la longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

El nivel de contaminación de la zona donde se encuentra las instalaciones es **(II) Medio** según el mapa de contaminación salina e industrial del documento NZZ0093 de las normas particulares de Endesa.

Tensión nominal / Tensión más elevada de la línea (kV)	Nivel de contaminación	Línea de fuga específica nominal mínima (mm/kV)	Línea de fuga mínima requerida (mm)
≤ 20 (24)	(I) Ligero	16,0	384
	(II) Medio	20,0	480
	(III) Fuerte	25,0	600
	(IV) Muy fuerte	31,0	744
> 20 hasta 30 (36)	(I) Ligero	16,0	576
	(II) Medio	20,0	720
	(III) Fuerte	25,0	900
	(IV) Muy fuerte	31,0	1116

Aislador	Línea de fuga (mm)	Tensión nominal / Tensión más elevada (kV)
U40BS	185	--
U70BS	320	--
U100BS	350	--
CS 70 AB 125/455	550	20/24
CS 70 AB 170/555	835	30/36
CS 100 AB 125/580	835	20/24
CS 100 AB 170/680	1250	30/36
CS 70 AB 170/1150	1250	30/36

Para nuestro caso con un nivel de tensión de 20 (24kV) y un nivel de contaminación de (II) Medio, tenemos una línea de fuga mínima requerida de 480 mm. **Según el aislador polimérico utilizado CS 70 AB 125/455 con una línea de fuga de 550 mm**, resulta mayor a la mínima requerida según el nivel de contaminación de la zona.

11.2.6 Herrajes

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores.

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 serán las indicadas en la norma de referencia **AND009 “Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV”**.

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

11.2.7 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. Las características de las piezas de conexión se ajustarán a las normas UNE 21021.

11.2.8 Terminales

Serán de aluminio homogéneo con pala de doble taladro, adecuados para que la conexión al cable se efectúe por compresión hexagonal. La conexión del terminal a la instalación fija se efectuará mediante tornillos a presión.

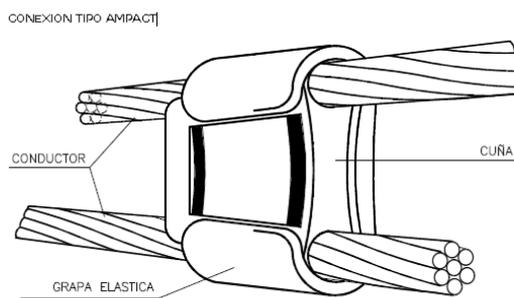
Los terminales cumplirán la Norma de referencia **NNZ015 “Terminales rectos de aleación para conductores de aluminio y aluminio-acero”**.

11.2.10 Piezas de Derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a solicitaciones mecánicas. Así pues, la conexión de derivaciones se realizará en el bucle entre dos cadenas horizontales de un apoyo (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.

Se incluye dibujo con conexión tipo cuña:



11.2.9 Dispositivos antiescalamiento

En los apoyos frecuentados, de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.4.2 e la ITC-LAT-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 de referencia **AND017 “Antiescalos para apoyos metálicos de celosía”**

11.2.10 Accesorios

11.2.10.1 Amortiguadores

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.

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

11.2.11 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.

11.2.11.1 Salvapájaros

Como medida preventiva anticolidión se instalarán tiras en "X" de neopreno (35 cm x 5 cm) o espirales (30 cm de diámetro por 1 metro de longitud). Se colocarán en los conductores de fase, de diámetro aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo. En cada caso se adecuará a lo establecido por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

11.2.11.2 Otros dispositivos

Para evitar la electrocución se instalarán, 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, si bien, en los apoyos en los que existan elementos de maniobra y en los que se requiera el aislamiento de los conductores para evitar la electrocución de la avifauna en cumplimiento de la legislación, se instalarán puntos fijos de estribo para la conexión de puestas a tierras portátiles. Estas piezas no se aislarán y por lo tanto serán puntos en tensión.

11.2.12 Placas de señalización

En todos los apoyos se instalará una placa señalización de riesgo eléctrico, donde se indicará la tensión de la línea (kV), el titular de la instalación y el número del apoyo. La placa se instalará a una altura del suelo de 3 m. en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que pueda ser vista fácilmente.

11.2.13 Aparamenta

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

- **Seccionadores unipolares intemperie.**

11.2.13.1 Seccionador unipolar

Los seccionadores unipolares de intemperie cumplirán la norma UNE-EN-6227-102:2005/A1:2012 y la norma de referencia **AND005 “Seccionadores unipolares para líneas de alta tensión hasta 36 kV”**.

11.3 PROTECCIONES

11.3.1.1 Protección de sobretensiones

En las nuevas líneas aéreas en las que existan conexiones con redes subterráneas de media tensión, deberán instalarse dispositivos de protección frente a sobretensiones o pararrayos. También se instalarán en zonas con un elevado índice isocerámico.

En los pasos de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones.

Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE 60071-1, UNE 60071-2 y UNE-EN 60099-5. Se tomará como referencia la Norma GE AND0015 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).

11.4 CIMENTACIONES

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

La cimentación de los apoyos 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. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, 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 PLANOS.

11.5 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Los apoyos de MT estarán provistos de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse. Esta 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 y considerando que se dispone de un sistema de protección automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

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

En todos los apoyos, la unión a tierra se hará de forma específica, de manera que pueda garantizar una resistencia de difusión mínima y de larga permanencia.

El diseño del sistema de puesta a tierra deberá cumplir:

- a) Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- b) Que resista la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- c) Que garantice la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- d) Que proteja las propiedades y equipos y garantice la fiabilidad de la línea.

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

11.5.1 Electrodo de Puesta a Tierra

Los electrodos de tierra estarán compuestos por:

- 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.

11.5.2 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

11.5.3 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.

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 aparatos de maniobra deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados.

APOYOS	FUNCIÓN	TIPOLOGÍA
Apoyo a instalar N°3 (C-2000-14)	AN-AM	No frecuentado

11.5.4 Sistemas de puesta a tierra

11.5.4.1 Apoyos frecuentados

El diseño del sistema de puesta a tierra de este tipo de apoyos debe ser verificado según se indica en el apartado 7.3.4.3. 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:

1. 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.
2. 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.).
3. Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

11.5.4.2 Apoyos no frecuentados

Puesto que el tiempo de desconexión automática en la línea de media tensión de EDE es inferior a 1 segundo, de acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, 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 al montante del apoyo mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo de 50 mm² o aluminio aislado de 95 mm².

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.

11.5.5 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.

11.6 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:

1. 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.)
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

11.7 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.

11.7.1 Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Se tendrán en cuenta las siguientes distancias:

D_{ei} = 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. D_{ei} 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.

D_{pp} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. D_{pp} 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_{ei} (m)	D_{pp} (m)
24	0,22	0,25
36	0,35	0,40

11.7.2 Distancia de los conductores 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 I de la ITC-LAT 07), suspensión este depende del ángulo de oscilación, para líneas de 3ª categoría y ángulo de oscilación de hasta 65° es de 0,6.

F = Flecha máxima en m, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.

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.

11.7.3 Distancia entre conductores y el apoyo.

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{ei} , con un mínimo de 0,2 m.

Las cadenas de amarre utilizadas tendrán una longitud mínima de 1 metro y de 0,6 para las cadenas de suspensión con el objeto de cumplir con lo establecido en el real decreto 1432/2008, del 29 de agosto, de medidas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

En el caso de las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de 120 km/h. a estos efectos se considerará la tensión mecánica del conductor sometido a la acción de la mitad de la presión del viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h y temperatura de -5°C para zona A, de -10 °C para zona B y de - 15 °C para la zona C.

Por lo que la distancia al apoyo cumple con las distancias establecidas.

11.7.4 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 tanto los conductores eléctricos como los cables ADSS, 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.

11.7.5 Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

11.7.5.1 Cruzamientos

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de mayor tensión y se procurará que el cruce se efectúe 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 teleco

Tensión nominal red (kV)	D_{add} (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al	Para distancias del apoyo de la línea superior al

	punto de cruce ≤ 25 m	punto de cruce >25 m
De 3 a 30 kV	1,8	2,5

11.7.6 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.

11.7.7 Distancias 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.

11.7.7.1 Cruzamientos

La distancia mínima sobre la rasante de la carretera, tanto de los conductores eléctricos como de los cables ADSS, será de 8 metros

11.7.8 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.

11.7.8.1 Cruzamientos

La distancia mínima sobre las cabezas de los carriles, tanto de los conductores eléctricos como de los cables ADSS, será de 8 metros.

11.7.9 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.

11.7.9.1 Cruzamientos

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

11.7.10 Distancias a teleféricos y cables transportados

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.

11.7.11 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.

11.7.11.1 Cruzamientos

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.

11.7.12 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.

11.7.13 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.

12 CT EDIFICIO PREFABRICADO EN SUPERFICIE

La ubicación del CT se establece atendido a los siguientes aspectos:

- 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.
- Se accederá al CT directamente desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal y materiales.
- El acceso al interior del 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.
- Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes del CT, hasta el lugar de ubicación del mismo.

- 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 lugar destinado al centro de transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.

12.1 DIMENSIONES

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.
- La instalación del sistema de telecomunicaciones.
- La instalación del sistema de medida.

12.2 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN

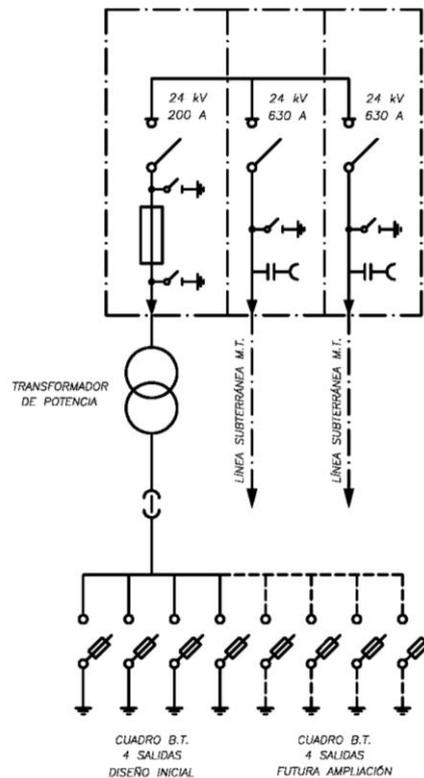
En el diseño del CT se tendrán en cuenta tanto las dimensiones de todos los elementos que habitualmente se instalan en su interior, como las dimensiones de la superficie necesaria para pasillos y maniobras según la ITC-RAT 14, no incluyendo la separación a pared de la apartamenta que debe facilitar el fabricante. Las zonas de servidumbre podrán superponerse.

12.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN

12.3.1 Configuración eléctrica

En el presente proyecto la configuración eléctrica será la siguiente:

ESQUEMA UNIFILAR TIPO (ESQUEMA A – 24 kV)



12.3.2 Tensiones en MT

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 del apartado 8.

12.3.3 Tensiones en BT

A los efectos del nivel de aislamiento, el material y 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, tensiones a masa de hasta 10 kV a 50 Hz durante 1 minuto y 20 kV en onda tipo rayo.

En el presente proyecto el CT constará de:

- Un Cuadro de baja tensión + ampliación.

12.3.4 Potencias de transformación

En el presente proyecto el CT constará de:

	Transformador TR-1
Potencia	630 kVA
Tensión Primaria	20.000 V
Tensión Secundaria	420 V

12.3.5 Intensidad nominal en MT

La intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será, en general, de 630 A de acuerdo con la Norma de referencia **GSM001 “MV RMU with Switch-Disconnecter”**.

12.3.6 Corriente de cortocircuito

Los materiales de MT instalados en los CT, deberán ser capaces de soportar las sollicitaciones debidas a las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto que se expresan en la tabla siguiente.

Intensidad asignada de corta duración 1 s. (Límite térmico) (kA)	Valor de cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada (Límite dinámico) (kA)
16	40
20 (*)	50 (*)

(*) Cuando las características de la red así lo requieran, se utilizarán celdas cuyas intensidades serán de 20 kA, con valor de cresta de 50 kA”.

Para materiales instalados en BT se considerará un corriente de cortocircuito de 25 kA (corta duración 1 s).

12.4 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL

Las envolventes prefabricadas de hormigón para alojar CT de superficie tendrán como referencia las especificaciones técnicas contenidas en la Norma **FNH001 “Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie”**

12.4.1 Centros Prefabricados de Superficie

Los edificios prefabricados para alojar CT de superficie (en adelante EP) podrán ser de tipo mono-bloque o constituidos por varias piezas o paneles prefabricados de hormigón armado convenientemente ensamblados.

Estarán preparados para albergar toda la aparamenta y equipos de acuerdo a las configuraciones descritos en el apartado 9.3.1, con tensión máxima del material 24 ó 36 kV y potencia máxima de los transformadores de 1.000 kVA.

12.4.2 Cimentación de los CT prefabricados

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

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

- Hormigón armado (varillas de 4 mm y cuadro 20 x 20 cm).
- 15 cm de grosor.
- Dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo 25 cm por cada lado.
- Se instalarán tubos de paso para las puestas a tierra.

Sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 o 15 cm de grosor.

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

12.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

12.5.1 Líneas de alimentación

La entrada al CT de las líneas de alimentación de 3ª Categoría se realizará, en todos los casos, mediante cables subterráneos unipolares aislados con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), según la Norma de referencia **DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV**

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, una vez permanentemente instalado, este radio de curvatura podrá ser como máximo de 15xD.

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

Se utilizarán cables unipolares aislados con aislamiento de polietileno reticulado según la Norma de referencia **DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV**.

Se emplearán cables de aluminio de **95 mm² de sección**

12.5.3 Celdas de distribución secundaria

Las celdas de distribución secundaria corresponderán al tipo de celdas bajo envoltura metálica en las modalidades de compactas contempladas en la Norma de referencia **GSM001 "MV RMU with Switch-Disconnecter"** para celdas con corte y aislamiento en SF₆.

12.5.3.1 Celda de Línea

Estará provista por un interruptor-seccionador de corte en carga y un seccionador de puesta a tierra ambos con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra, de pasatapas y de detectores de tensión que sirvan para comprobar la correspondencia entre fases y la presencia de tensión.

La celda estará motorizada, de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor.

Celdas de línea utilizada:

Características eléctricas de las celdas de línea

Tensión nominal U_r (kV):24

Frecuencia Industrial 1 min.: 50 Hz

Tensión de Impulso: 125

Frecuencia Nominal: 50/60

Corriente Nominal: 630

Poder de Cortocircuito: 16

Corriente de breve duración 1 seg.: 16

12.5.3.2 Celda de Trafo

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga, con dos seccionadores de puesta a tierra, con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, con bases para los fusibles limitadores, con pasatapas y con detectores de tensión para comprobar la presencia de tensión.

La fusión de cualquier de los fusibles provocará la apertura del interruptor-seccionador.

Celda de protección utilizada:

Características eléctricas de las celdas de protección

Tensión nominal U_r (kV):24

Frecuencia Industrial 1 min.: 50 Hz

Tensión de Impulso: 125

Frecuencia Nominal: 50/60

Corriente Nominal: 630

Poder de Cortocircuito: 16-20

Corriente de breve duración 1 seg.: 16-20

12.5.4 Transformadores de potencia

Los transformadores tomarán como referencia lo especificado en la Norma **GST001 "MV/LV Transformers"**.

12.5.4.1 Transformadores con refrigeración en aceite

La refrigeración será por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma no forzada alrededor de la cuba, corresponde a la denominación ONAN según norma UNE-EN 60076-1.

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

12.5.5 Puentes de 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) y cubierta de poliolefina, de tensión nominal 0,6/1 kV, tomando como referencia la Norma **GSC002** “**Technical specification of low voltage cables with rated voltage $U_0 / U (U_m)$ 0,6/1,0 (1,2) 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”.

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

12.5.6 Cuadros de BT

El CT irá dotado de 1 cuadro modular de distribución de baja tensión + 1 ampliación, cuya función es la de recibir el circuito principal de BT procedente del transformador y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

Los cuadros de BT tomarán como referencia la Norma **FNL002**, “**Cuadro BT para CT 4/8 salidas CBTG con alimentación de grupo**”.

Las bases portafusibles a utilizar serán del tipo BTVC que se indican en la Norma **NNL012 Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco**.

12.5.7 Servicios Auxiliares

El cuadro de BT del CT estará previsto de una unidad funcional de control para alimentar los servicios auxiliares del mismo: alumbrado del CT y protección contra sobrecargas del transformador. Según lo indicado en la norma **FNL002** “**Cuadro BT para CT 4/8 salidas CBTG con alimentación de grupo**”.

En el caso del CT con telemando, la Unidad Periférica para el Telemando se alimenta desde el cuadro de aislamiento según la Norma de referencia **GSCL001/1, Electrical Control Panel Auxiliary Services of Secondary Substations**.

12.5.8 Circuito de alumbrado

Se iniciará en uno de los fusibles de la unidad funcional de control del cuadro de BT y alimentará la base bipolar para toma de corriente de 10 A y 230 V dispuesta en dicha unidad, y el alumbrado del CT.

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

12.6 PROTECCIONES

12.6.1 Protección contra sobreintensidades

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

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

12.6.2 Protección contra sobrecargas 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-seccionador de la celda de protección de dicho transformador.

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

El ajuste de esta sonda será de 105 ° C.

La protección se conectará según lo indicado en el plano FYZ30108 Esquema conexión servicios auxiliares.

12.6.3 Protección contra cortocircuitos externos

La protección contra cortocircuitos externos en el puente que une los bornes del secundario del transformador y el Cuadro de BT, y en el propio embarrado del CBT estará asignada a los fusibles de MT. Los calibres a utilizar están recogidos en el documento **FGC002 “Guía técnica del sistema de protecciones de la red MT”**.

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación en ningún caso deberán repercutir en el transformador, por lo cual el calibre de los fusibles que

protegen las salidas desde el cuadro de BT se dimensionaran en función de las características de la línea que alimentan.

El calibre del fusible a utilizar es de **63 A**.

12.6.4 Protección contra sobretensiones en MT

La protección contra sobretensiones de la aparamenta instalada en el CT objeto del presente proyecto se realizará, si procede, colocando un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

Los pararrayos tomarán como referencia la **Norma AND015 Pararrayos óxidos metálicos sin explosores redes MT hasta 36 kV**.

12.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

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

En general la instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el de Protección y el de Servicio, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la 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 las tierras de protección y de servicio se calcula en el Documento de Cálculos justificativos

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

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

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

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

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

12.7.1 Diseño de la instalación de puesta a tierra

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

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

1. Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.
2. Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto. El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro, pudiendo ser:
 - Neutro aislado
 - Neutro unido a tierra
 - Directamente
 - Mediante impedancia
3. Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.
4. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.
5. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.
6. Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.
7. Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 “Instalaciones de puesta a tierra”.
8. Investigación de las tensiones transferidas al exterior.
9. Corrección y ajuste del diseño inicial.

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

12.7.2 Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra

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

12.7.3 Electrodo 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, según Norma 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.

12.7.4 Líneas de tierra

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

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

12.7.5 Ejecución de la puesta a tierra de protección

La puesta a tierra de protección se ejecutará, siempre que sea posible, mediante un electrodo horizontal formado por cable de cobre de 50 mm² de sección (C-50) soterrado bajo la solera del CT, de forma cuadrada o rectangular, complementado, 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.

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

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

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

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

- El recorrido de la línea que constituye el circuito de protección será rectilíneo y paralelo o perpendicular al suelo del CT.
- La parte de la instalación de la puesta a tierra de protección que discurre por el interior del CT será revisable visualmente en todo su recorrido.
- Se instalarán un borne de conexión para la medida de la resistencia de tierra en los 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 a tierra ningún elemento metálico situado en los perímetros exteriores del CT, tales como puertas de acceso, rejillas de ventilación, etc.
- La pletina de puesta a tierra de las celdas de distribución secundaria se conectará al circuito de protección en al menos dos puntos.
- Igualmente, la cuba del transformador se conectará, por lo menos en dos puntos, a la puesta a tierra de protección.
- La envolvente del cuadro de BT (cuando sea metálica) estará conectada al circuito de protección, mientras que la pletina de conexión del neutro de BT lo estará al de servicio.

12.7.6 Puesta a tierra de servicio

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

El número de picas a instalar estará determinado por la condición de que la resistencia de puesta a tierra debe ser inferior a 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 de protección y de servicio cumplirá la condición de no ser inferior a la obtenida por la fórmula que la determina en el documento de cálculos justificativos.

La línea de tierra se ejecutará con cable de cobre aislado 0,6/1 kV del tipo RV ó DV 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.

12.7.7 Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

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

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

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

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

12.8 SISTEMA DE TELEGESTIÓN

En el Centro de Transformación 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 del CT.

Con la finalidad de permitir la instalación de dicho concentrador, y para cada transformador MT/BT previsto en el EP, 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 EP, y de forma que no obstaculice las operaciones normales de operación y mantenimiento del centro.

Las dimensiones e instalación de la base se detallan en la Norma FNH001 "Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie".

12.9 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 anexo 1 de Estudio de Campos Magnéticos.

12.9.1 Medidas de atenuación de campos magnéticos

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

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán, preferentemente, la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.

- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores, como por ejemplo el apantallamiento.

12.9.2 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 Aplicación:

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

12.10 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.

12.10.1 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 CT.

12.11 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.

Para el cálculo de la sección de las rejillas de ventilación se utiliza la formulación dada en el documento de cálculos justificativos del presente Proyecto.

La posición y tamaño de las rejillas de ventilación estarán determinadas por la envolvente prefabricada elegida, según Norma FNH001 CC.TT. Prefabricados Hormigón Tipo Superficie.

12.12 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 centro de transformación, 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 homologados por Endesa. 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.

12.13 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 NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial

Para los CT afectados por alta contaminación salina o ambiental se tomarán las medidas siguientes:

- 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.

12.14 SEÑALIZACIÓN Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Los Centros de Transformación 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 1.410, modelo CE-14.
 - Las celdas de distribución secundaria y el cuadro de BT llevarán 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.

13 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.

La nueva línea subterránea de baja tensión estará formada por 8 circuitos principales que se conectarán a la red de distribución de Endesa en salidas del CBT del CD2018 y finalizarán con conexión con líneas aéreas de baja tensión existentes, en Calle Nueva, 53 , en el término municipal de El Burgo (Málaga). La instalación consta de:

- 7 nuevos tramos de Línea subterránea de baja tensión de longitud 14 metros cada una compuesta por circuito simple de nuevo conductor RV 0,6/1 3x240+1x150 mm² Al bajo 12 metros de canalización existente compuesta por 12 tubos de diámetro 160 mm² bajo acerado y bajo 2 metros de canalización a instalar compuesta por 10 tubos de diámetro 160 mm² bajo acerado.
- 1 nuevo tramo de línea subterránea de baja tensión de longitud 16 metros una compuesta por circuito simple de nuevo conductor RV 0,6/1 3x240+1x150 mm² Al bajo 12 metros de canalización existente compuesta por 12 tubos de diámetro 160 mm² bajo acerado y bajo 4 metros de canalización a instalar compuesta por 10 tubos de diámetro 160 mm² bajo acerado.
- Será necesaria la ejecución de 2 arquetas tipo A2.

13.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PARTE SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

13.1.1.1 Canalización subterránea utilizada

El tendido de la LSBT discurrirá en su totalidad por canalización compuesta por tubos de PE de 160 mm de diámetro.

Los cables se alojarán en zanjas a una profundidad 0,9 m en acera y 1,1 m en calzada, y una anchura, tal, que permita las operaciones de anchura de tendido, con un valor mínimo de 0,4 m. En el fondo de la zanja, se tenderá una capa de arena de río lavada de un espesor de 3 cm, sobre la

que se depositará dos tubos de polietileno reticulado de 160 mm, uno de los cuales alojará al tubo con los conductores en todo el trazado subterráneo. Este se adaptará para un buen drenaje. A continuación y sobre el tubo, se cubrirá con una capa de hormigón en masa H-100 hasta los 25 cm desde el fondo de la zanja. A continuación, se tenderá otra capa de tierra procedente de la excavación, de 20 cm de espesor, apisonándose por medios manuales. Se cuidará que esta capa esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa se instalará una banda de polietileno de color amarillo-naranja, en la que se advierta la presencia de cables eléctricos (RU 0205), la cual se cubrirá por una capa de 10 cm de material de idénticas características que sobre la que se instalará dicha banda. A continuación, se rellenará la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo utilizar para su apisonado y compactación, medios mecánicos.

Se efectuará la instalación eléctrica de acuerdo en todo momento con el Vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, así como indicaciones de la EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.Eléctrica, S.L.

Se disponen las arquetas suficientes que facilitan la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser catas abiertas, arquetas ciegas o con tapas practicables.

Las arquetas prefabricadas tomarán como referencia la norma NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas y NNH00200 Marcos y tapas de fundición para canalizaciones subterráneas. El montaje de las arquetas de material plástico se realizará tomando como referencia el documento NMH00100 Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliester, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas.

La canalización a instalar consta de:

- 2 m de canalización subterránea compuesta por 2 tubos de diámetro 160 mm con tubo libre.
- 2 m de canalización subterránea compuesta por 10 tubos de diámetro 160 mm² con tubo libre.
- Ejecución de 2 arquetas tipo A1

13.1.1.2 Conductor aislado

Los cables utilizados en la línea subterránea de baja tensión serán de aislamiento XLPE, del tipo RV. Los conductores serán de aluminio, con una sección de 240 mm² y neutro de 150 mm² la cual cumplirá con los criterios de cálculo de densidad de corriente, caída de tensión.

Las características comunes de los cables serán las siguientes:

Aislamiento.....XLPE
 Nivel de Aislamiento.....0,6/1 kV

Las características de los cables en función de la sección de los conductores serán las siguientes:

Cables con Nivel de Aislamiento 0,6/1 kV	
Sección (mm ²)	240
Diámetro exterior (mm)	24,90
Peso (Kg/Km)	2,327
Resistencia máxima a 20°C (Ω/Km)	0,0775
Carga máxima admisible enterrados bajo tubo a 1m de profundidad	305

Cables con Nivel de Aislamiento 0,6/1 kV	
Sección (mm ²)	150

Diámetro exterior (mm)	20,1
Peso (Kg/Km)	1470
Resistencia máxima a 20°C (Ω /Km)	0,124
Carga máxima admisible enterrados bajo tubo a 1m de profundidad	230



13.1.1.3 Empalmes

Los empalmes y conexiones de conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, a la acción de la intemperie y que aseguren un contacto eléctrico eficaz de modo que en ellos la elevación de la temperatura no sea superior a la de los conductores.

13.2 Cruzamientos y Paralelismos

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar cruzamientos o paralelismos, éstos se ajustarán a las condiciones que como consecuencia de las disposiciones legales puedan imponer los Organismos Competentes de las instalaciones o propiedades afectados.

13.2.1 Cruzamientos

Se procurará que las canalizaciones para líneas de baja tensión discurren por encima de las de alta tensión. Siempre que sea posible, los tubos se instalarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m del cruce.

13.2.2 Paralelismos

Se deberá evitar que las canalizaciones para líneas de baja tensión queden en el mismo plano vertical que otras conducciones. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1m. Se procurará mantener una distancia

mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

13.3 Sistemas de Protección

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en la misma, por lo que se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten los circuitos (según figura en anexo de cálculo); cuando se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante (y queda ésta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.

- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos se tomarán las medidas siguientes:

- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.

- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado (RV 0,6/1 kV), con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

Por otra parte, según las Normas Técnicas Particulares de Endesa (Capítulo III), el conductor neutro de las redes de distribución en BT se conectará a tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación, en la forma prevista en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Además, el conductor neutro deberá estar puesto a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 200 metros de longitud de línea. Para efectuar esta puesta a tierra se elegirán, con preferencia, los puntos de donde partan las derivaciones importantes.

En los casos en que la longitud de cada uno de los circuitos sea inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará como mínimo una vez a tierra al final de cada circuito.

14 LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN.

Se efectuará la instalación eléctrica de acuerdo en todo momento con el Vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, así como indicaciones de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Los cables con neutro fiador, podrán ir tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar a estos efectos el aislamiento como elemento resistente. Para el resto de los cables tensados se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado, cuya resistencia a la rotura será, como mínimo, de 800 daN, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados los conductores aislados.

Distancia al suelo será siempre mínimo de 4 metros. Salvo para cruzamientos con caminos que serán de 6 metros.

Los accesorios de sujeción estarán debidamente protegidos contra la corrosión y 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 estén instalados. Estos accesorios

cumplirán las Normas ENDESA BNL002 y BNL004, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700109, 6700111, 6700112, 6700113, 6700114, 6700690, 6700691, 6702109, 6702173 y 6702174.

Para proteger la línea derivada, se emplearán conectores de derivación por compresión o de pleno contacto, que cumplirán las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6702175 a 6702183, según corresponda en cada caso.

0.15.1 Descripción de las instalaciones

Se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

0.15.2 Trazado de la red eléctrica.

El trazado de la red se puede observar en el documento adjunto Planos.

0.15.3 Tipo de instalación.

Los conductores se protegerán adecuadamente en aquellos lugares en que pueda sufrir deterioro mecánico de cualquier índole. En el caso de cruce de una zona de circulación no rodada la distancia mínima al suelo será de 4 m y 6 m en circulación rodada.

0.15.4 Conductor aislado

Los cables utilizados en la línea aérea de baja tensión son de aislamiento XLPE, del tipo RZ. Los conductores son de aluminio, con una sección de 95 mm² y con neutro 54,6 mm² de almelec, los cuales cumplirán con los criterios de cálculo de densidad de corriente, caída de tensión.

Las características comunes de los cables serán las siguientes:

Aislamiento.....XLPE

Nivel de Aislamiento.....0,6/1 kV

Las características de los cables en función de la sección de los conductores serán las siguientes:

Designación	Conductores y fiadores						Espesor medio de la cubierta aislante (valor especificado) (mm)	Conductor aislado	
	Clase	Sección nominal (mm ²)	Número de alambres	Resistencia a máxima lineal a 20° C (Ω/km)	Diámetro de los conductores (mm)			Diámetro exterior	
					mín	máx		mínimo (mm)	máximo (mm)
Fase o neutro no fiador	16	7	1,91	4,6	5,2	194	1,2	7,0	7,9
	25	7	1,20	5,6	6,5	306	1,4	8,4	9,6
	50	7	0,641	7,7	8,6	612	1,6	10,9	12,3
	95	19	0,320	11,0	12,0	1.163	1,8	14,6	16,1
Neutro fiador	150	37	0,206	13,9	15,0	1.836	1,8	17,5	19,1
	54,6	7	0,63	9,2	9,8	1.693	1,6	12,4	13,0
Fiador	80	19	0,43	11,2	12	2.040 (1)	1,8	14,8	15,8
	34,4 (7x2,5)	7	-	7,5		4.417	1	9,5	

- 1) Aunque la carga máxima de rotura del núcleo es de 2.187 kg, considerando el cable completo, se determina como valor mínimo el expuesto en la tabla II.

0.15.5 Empalmes y conexiones.

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, a la acción de la intemperie y que aseguren un contacto eléctrico eficaz de modo que en ellos la elevación de la temperatura no sea superior a la de los conductores.

0.15.6 Cajas generales de protección

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Las cajas generales de protección (en adelante CGP) señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios (Art. 15.2 del REBT). Sus esquemas (7 y 9) y características, responderán a lo indicado en la Norma ENDESA NNL010, así como en las Especificaciones Técnicas ENDESA Referencias 6703611 a 6703619, según corresponda en cada caso. Además de las marcas y fabricantes recogidos

en las Especificaciones Técnicas ENDESA indicadas, podrán asimismo instalarse CGP's de otras marcas y fabricantes, siempre que esas CGP's posean la Certificación AENOR respecto a la citada Norma ENDESA>NNL010.

Emplazamiento e instalación

Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y ENDESA.

Se instalará en montaje superficial a una altura sobre el suelo comprendida entre 3 y 4 m.

Los usuarios o el instalador electricista autorizado sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a ENDESA.

0.15.7 Sistemas de protección

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en la misma, por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten los circuitos (según figura en anexo de cálculo); cuando se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante (y queda ésta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.

- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos se han tomado las medidas siguientes:

- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.

- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado (RZ 0,6/1 kV), con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

Por otra parte, es obligada la conexión del neutro a tierra en el centro de transformación y cada 500 metros en redes aéreas, sin embargo, aunque la longitud de cada uno de los circuitos sea inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará como mínimo una vez a tierra al final de cada circuito.

0.15.8 Cruzamientos y paralelismos.

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en la ITC-BT-06, apdos. 3.9.1 y 3.9.2, así como a las condiciones que, como consecuencia de disposiciones legales, pudieran imponer otros organismos competentes cuando sus instalaciones fueran afectadas por las líneas aéreas de B.T.

0.15.8.1 Cruzamientos

Con Líneas eléctricas aéreas de A.T.

La línea de Baja Tensión deberá cruzar por debajo de la línea de A.T., procurándose que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de A.T., pero la distancia entre los conductores de la línea de B.T. y las partes más próxima de la de A.T. no será inferior a 1,5 m.

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

$$1,5 + (U+L1+L2 / 100) \text{ (m)}$$

U: Tensión nominal en kV de la línea de A.T.

L1: longitud (m) entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de A.T.

L2: longitud (m) entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de B.T.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de B.T. tenga componente vertical ascendente se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o soportes.

Con líneas aéreas de B.T.

Cuando alguna de las líneas sea de conductores desnudos, establecidas en apoyos diferentes, la distancia entre los conductores más próximos de las dos líneas será superior a 0,50 m.

Cuando las dos líneas sean aisladas los cables podrán estar en contacto.

Con líneas aéreas de telecomunicación

Como norma general, las líneas de B.T. deberán cruzar por encima de las de telecomunicación, sin embargo, podrán cruzar por debajo si los conductores, de alguna de ellas, se han ejecutado en disposición aislada de 0,6/1 kV.

Con carreteras y ferrocarriles sin electrificar

Los conductores tendrán una carga de rotura no inferior a 280 daN en disposición aislada.

La altura mínima del conductor más bajo en las condiciones de flecha más desfavorables, será de 6 m, no presentándose ningún empalme en el vano de cruce.

Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

La altura mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre los cables o hilos sustentadores o conductores de la línea de contacto será de 2 m.

Con teleféricos y cables transportadores

Cuando la línea aérea de B.T. pase por encima, la distancia mínima entre los conductores y cualquier elemento de la instalación del teleférico será de 2 m, y si pasa por debajo, esta distancia no será inferior a 3 m.

Con ríos y canales, navegables o flotables

La altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

$$H = G + 1 \text{ (m)}$$

G: galibo. Si no está definido se considerará un valor de 6 m.

Con canalizaciones de agua y gas.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica aislados y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m.

0.15.8.2 Paralelismos.

Con líneas eléctricas aéreas de A.T.

Se evitará la construcción de líneas paralelas con las de A.T. a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas no deberá existir una separación inferior a 2 m en paralelismo con líneas de tensión igual o inferior a 66 kV y a 3 m para tensiones superiores.

Con otras líneas de B.T. o de telecomunicación

La distancia horizontal de los conductores más próximos de las dos líneas será como mínimo de 0,1 m cuando ambas sean aisladas; esta distancia se aumentará hasta 1 m cuando alguna de ellas sea de conductores desnudos.

Con calles y carreteras

Las líneas aéreas con conductores aislados podrán establecerse próximas a estas vías públicas, debiendo en su instalación mantener una distancia mínima de 4 m cuando no vuelen sobre zonas o espacios de posible circulación rodada. Cuando vuelen sobre zonas de circulación rodada la distancia mínima será de 6 m.

Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

La distancia horizontal de los conductores a la instalación de la línea de contacto será de 1,5 m como mínimo.

Con zonas de arbolado

Se utilizarán preferentemente cables aislados en haz.

Con canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Las arterias principales de agua se dispondrán de forma que aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos.

Con canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), donde la distancia será de 0,40 m.

Las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos.

16 PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Una vez obtenidas las autorizaciones administrativas pertinentes, se prevé un plazo de 13 días, excluyendo de este periodo la redacción de proyectos de detalle, así como las autorizaciones y licencias finales.

Se ha representado en el diagrama de barras adjunto la duración prevista de las distintas actuaciones para la ejecución de las instalaciones proyectadas.

ACTIVIDADES	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13
1.CD 2018													
Replanteo inicial													
1.1- OBRA CIVIL													
Desmantelamiento CD 2018 existente													
Instalación PFU-5													
1.2- INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA													
Desmontaje de aparamenta de corte y trafo													
Instalación de celdas y trafo													
2.DESMANTELAMIENTO LMT Y LBT													
2.1- Desmontaje de tramo de LA													
2.2- Desmontaje de apoyo existente													
3.LMT													
3.1- OBRA CIVIL													
Instalación de apoyo													
Instalación de puesta a tierra de apoyo													
3.2- INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA													
Tendido aéreo y conexionado de conductores													
Tendido subterráneo y conexionado con celdas													
Conversiones aéreo-subterráneas y conexiones													
4.LBT													
4.1- OBRA CIVIL													
Instalación de canalización, arquetas y tendido de tubo													
4.2- infraestructura eléctrica													
Tendido aéreo y conexionado de conductores													
Tendido subterráneo y conexionado con celdas y conv. A/S													

17 RESUMEN DE DATOS

17.1 LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA M.T.

1. Tipo	Línea subterránea de media tensión
2. Finalidad	Reforma por traslado de CD
3. Origen	Nuevo apoyo a instalar
4. Final	CD2018
5. Términos Municipales afectados	El Burgo, (Malaga)
6. Tensión	20 kV
7. Longitud Total	2 x 2m
8. Número de circuitos	2
9. Número de cables	Tres por circuito
10. Material conductor	Aluminio
11. Sección de los Conductore	mm ²

17.2 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1. Tipo	Línea aérea de media tensión
2. Finalidad	Reforma por traslado de CD
3. Origen	Apoyo nº1 existente
4. Final	Apoyo N°3 a instalar
5. Términos Municipales afectados	El Burgo, (Malaga)
6. Tensión	20 kV
7. Longitud Total	11 m
8. Número de circuitos	2
9. Número de cables	3
10. Material conductor	47-AL1/8-ST1A (antes LA-56)
11. Conductor	LA-56

17.3 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

1. Tipo	Línea subterránea de baja tensión
2. Finalidad	Reforma por traslado de CD
3. Origen	Nuevo CD 2018
4. Final	Conexión con líneas aéreas existentes
5. Términos Municipales afectados	El Burgo, (Malaga)

6. Tensión	20 kV
7. Longitud Total	114 m
8. Número de circuitos	8
9. Número de cables	Tres por circuito
10. Material conductor	Aluminio
11. Sección de los Conductore	mm ²

17.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1. Ubicación	Calle Nueva, El Burgo
2. Tipo	CD prefabricado
4. Tensión nominal AT	20 kV
5. Número de celdas AT de línea	2
6. Número de Celdas AT de protección	1
7. Número de transformadores instalados y su potencia	Número de Transformadores.- 1 Potencia Trafo 1. – 630 kVA
8. Relación de transformación	20/0,40 kV
9. Tensión nominal BT	0,40 kV
11. Protección contra sobreintensidades	Cortacircuitos fusibles
12. Protección contra sobrecargas	Termómetro

17.1 LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN

1. Tipo	Línea aérea de baja tensión
2. Finalidad	Reforma por traslado de CD
3. Origen	Arqueta nº3 a instalar
4. Final	Conexión con línea aérea de baja tensión existente
5. Términos Municipales afectados	El Burgo, (Malaga)
6. Tensión	20 kV
7. Longitud Total	2 x 5 m
8. Número de circuitos	2
9. Número de cables	3
10. Material conductor	47-AL1/8-ST1A (antes LA-56)
11. Conductor	LA-56

17.2 ORGANISMOS AFECTADOS

Por el presente proyecto se afectan bienes o servicios que dependen de los Organismos, Corporaciones Oficiales y/o Empresas de Servicio Público que se relacionan a continuación.

ENTIDAD AFECTADA	DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN
Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo	Legalización de Proyecto
Excmo. Ayuntamiento de El Burgo	Reforma centro de distribución en su término municipal

17.6 GESTIÓN DE RESIDUOS

En el presente proyecto se generan residuos, y así se certifica en documento 7 del presente proyecto.

17.7 TRAMITACIÓN AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN

El tramo de la línea aérea descrita en este proyecto tiene una longitud inferior a 1.000 m, y no se desvía de la traza original más de 100 metros, por lo cual no aplica trámite de Calificación Ambiental, según se establece en el Decreto-Ley 3/2015, de 3 de marzo, por el que se modifica la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental:

Proyecto de ejecución de línea aérea y subterránea de Media Tensión y Centro de Transformación
Página 26 de 397

- Anexo I. CAT. 2.17: Construcción de líneas aéreas para el transporte o suministro de energía eléctrica de longitud superior a 1.000 metros. Se exceptúan las sustituciones.

17.8 CONCLUSIONES

Expuesto el objeto y la utilidad del presente proyecto, se espera que el mismo merezca la aprobación de la Administración, y se emitan las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

Málaga, Febrero 2021



El Ingeniero Técnico Industrial
Rafael Flores Ventura

Número de Colegiado 5.557
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

Documento 2

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INDICE:

- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.

- CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

- CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.

- CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN.

18 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

Para el cálculo de una línea de media tensión se justifican los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable,
2. Caída de tensión de tensión,
3. Capacidad de transporte,
4. Pérdidas de potencia.

18.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR

Los valores de resistencia eléctrica, reactancia, son los indicados del **Apartado 9.3.1.1 “Descripción del cable”** de la memoria para el conductor elegido.

18.2 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ_{cc}	Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

18.2.1 Intensidad máxima admisible en servicio permanente

Los conductores entubados podrán admitir una intensidad permanente según ITC-LAT 06 tabla 12:

Tabla 2. Intensidades máximas admisibles en conductores XLPE AI

Sección nominal de los conductores mm^2	Intensidad máxima admisible en A (Cables unipolares en triángulo en contacto <input type="checkbox"/>)
150	245
240	320
400	415

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-LAT-6 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la Tabla 4.

- Temperatura máxima en el conductor: 90° C
- LSMT en servicio permanente
- Temperatura del terreno: 25° C
- 3 cables unipolares en trébol, dentro de un tubo
- Profundidad de instalación: 1 m
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W

En el presente proyecto el circuito se compondrá de tres conductores unipolares de aluminio homogéneo unipolar de tensión nominal de 18/30 kV, cuya denominación es:

RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 + 1x150 mm² Al

Según la tabla anterior, a un conductor de aluminio de 240 mm² de sección le corresponde una intensidad $I = 320$ A.

A este valor se le aplicarán los coeficiente de corrección correspondientes en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2. de la ITC-LAT-06:

Temperatura del terreno (Fct)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 7 ITC-LAT-06.

Resistividad térmica del terreno (Fcr)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 8 y 9 ITC-LAT-06.

Agrupación de circuitos (Fca)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT-06.

Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT-06.

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcr \cdot Fca \cdot Fcp$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

- Fct** = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,
Fcrt = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,
Fca = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,
Fcp = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad admisible permanente en los conductores será:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcrt \cdot Fca \cdot Fcp = 256 \text{ A}$$

18.2.2 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

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

U = Tensión de línea, en kV,

A continuación se indican las intensidades de cortocircuito para algunas redes:

Tabla 3. Corrientes de cortocircuito en redes MT

U (kV)	S _{cc} (MVA)	I _{cc3} (kA)
25	500	11,547
20	500	14,433
15	500	19,245
11	500	26,243

En el presente proyecto la corriente de cortocircuito de la red puede considerarse 500 MVA.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250°C, tiene una sección de 240 y tiempo máximo de duración del cortocircuito es de 1s dato proporcionado por la Cía. Distribuidora.

Para tiempos de cortocircuito cortos la intensidad máxima admisible por un conductor vendrá dada por la fórmula del calentamiento adiabático:

$$I_{cc \text{ Adm.}} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Dónde:

I_{cc Adm.}= Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, en A,

S= Sección del conductor, en mm²,

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al fin del cortocircuito,

t_{cc} = Duración del cortocircuito, en segundos.

Como se refleja en la tabla 26 correspondiente el apartado 6.2 de la ITC-LAT-06, la densidad admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio y un $\Delta\theta=160$ °C, es de 94 A/mm².

Tabla 4. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas en kA

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

Por tanto, en nuestro caso, para una sección de 240 el conductor será capaz de soportar una corriente de cortocircuito de 22,6 kA.

Resultando mayor la intensidad de cortocircuito soportada por este tipo de conductor (**I_{ccs} = 22,60 kA** que la intensidad permanente de la red (**I_{ccp} = 14,43 kA**)

18.2.3 Intensidad máxima admisible para la pantalla en cortocircuito

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta pantalla de Al de 0,3 mm de espesor, temperatura inicial de 70 °C y temperatura final de la pantalla de 180 °C.

En la tabla 11 se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Tabla 11. Intensidades cortocircuito admisible en pantallas en kA

Conductor	Sección mm ²	Tiempo de cortocircuito en s							
		0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
12/20kV	150	5,55	4,67	3,79	2,90	2,50	2,26	2,09	1,97
	240	6,53	5,50	4,46	3,41	2,94	2,66	2,46	2,31
	400	7,51	6,32	5,13	3,93	3,38	3,06	2,83	2,66
18/30 kV	150	6,53	5,50	4,46	3,41	2,94	2,66	2,46	2,31
	240	7,51	6,32	5,13	3,93	3,38	3,06	2,83	2,66
	400	8,49	7,15	5,80	4,44	3,82	3,45	3,20	3,01

18.3 INTENSIDAD CIRCULANTE POR LA LÍNEA

La intensidad máxima que transporta la línea contemplando todas las cargas existentes en el anillo del que forma parte será un dato facilitado por la compañía de distribución, siendo para este caso la siguiente:

$$I.\text{máx en cabecera} = 320 \text{ A.}$$

$$I.\text{máx en el tramo} = 120 \text{ A}$$

I_{max} en cabecera= Intensidad máxima dada en cabecera de subestación, en A

$I_{\text{máx}}$ en el tramo= Intensidad máxima dada en el tramo por la compañía de distribución, en A

Intensidad máxima admisible (256 A) > Intensidad dada en el tramo (120 A)

Cumple

18.4 PROTECCIONES

Para la protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y sobrecargas se cumplirá con lo indicado en la ITC-LAT-06 apartado 7.1. De igual forma para la protección contra sobretensiones lo indicado en el apartado 7.2 de la misma ITC.

18.5 POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia máxima a transportar vendrá determinada por la siguiente expresión:

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

Dónde:

P = Potencia activa máxima admisible por el cable, en MW.

U = Tensión de línea, en kV,

I = Intensidad máxima admisible del conductor, determinada en el apartado 18.2.1, en A.

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

$$P = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 256 \cdot 0,8 = 7.094,48$$

La potencia a transportar deberá ser inferior a la calculada.

La potencia real de la línea vendrá determinada por la siguiente expresión:

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

Dónde:

P = Potencia activa máxima admisible por el cable, en MW.

U = Tensión de línea, en kV,

I = Intensidad máxima admisible del conductor, determinada en el apartado 18.2.1, en A.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{real} \cdot \cos\varphi$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 120 \cdot 0,8 = 3.325,53$$

18.6 CAÍDAS DE TENSIÓN

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, en kW,

L = longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R_{90} = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

X = Reactancia de la línea, en Ω/km .

$\operatorname{tg} \varphi$ = Tangente de fi de la instalación, adim.

Al 240 mm² ($R_{90} = 0,16\Omega/\text{km}$) Se cogen los datos de las tablas de conductores

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

$$U_c = \frac{3.325,53 \cdot 0,002}{20} \cdot (0,16 + 0,114 \cdot \tan 36,86) = 0,08 \text{ V}$$

$$U_c = \mathbf{0,08 \text{ V}}; U_c (\%) = 0,00028 \%$$

La caída de tensión calculada deberá ser inferior al 7 %.

18.7 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

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

Siendo:

ΔP = Pérdida de potencia, en W.

R_{90} = Resistencia del conductor en Ω/km

L = Longitud de la línea, en km.
I = Intensidad de la línea, en amperios.

$$\Delta P = 3 \cdot 0,16 \cdot 0,002 \cdot 120^2 = 13,82 \text{ W}$$

19 CÁLCULOS LAMT

Los cálculos eléctricos que definen los materiales a instalar se justifican en función de las siguientes premisas.

19.1 CALCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

La compañía suministradora define en sus Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de 2.005 que, con carácter general, se fija el valor de la intensidad asignada de corta duración (1 s) en 16 kA para la red de Media Tensión. En algunos casos, como en la zona de influencia de algunas centrales generadoras, este valor será de 20 kA. Por el contrario, en redes aéreas alejadas de subestaciones, podrá considerarse 8 kA. La distancia, en metros, a partir de la cual se puede considerar 8 kA es la que se adjunta en la Tabla.

Un (kV)	15	20	25
Conductor			
LA 56	1100	1200	1200
LA 110	1550	1700	1700
LARL 56	1100	1200	1200
LARL 78	1300	1400	1400
LARL 125	1600	1700	1700
LARL 145	1700	1800	1800
C 35	1100	1100	1100
C 50	1500	1600	1600
C 95	2200	2400	2300

De manera análoga, el valor de cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada será, con carácter general, de 40 kA, pudiendo ser en algunos casos de 50 kA, ó 20 kA, en los términos indicados en el párrafo anterior.

En cualquier caso, el valor de la Intensidad de Cortocircuito (Icc) deberá ser confirmado por ENDESA.

La línea aérea de media tensión denominada "YUNQUERA" a 20 kV procede de la subestación "AUGUSTO", la cual se encuentra a una longitud de 15 kilómetros aproximadamente respecto al inicio de la línea de estudio, por tanto, la intensidad de cortocircuito en nuestro tramo, viene a ser:

La impedancia equivalente de la red aguas arriba, se determina a partir del dato proporcionado por la Cia. Endesa Distribuidora de la potencia de cortocircuito (Scc).

$$S_{cc} = 500 \text{ MVA}$$

$$X_{CC} = \frac{U^2}{S_{CC}} = \frac{20^2}{500} = 0,8 \Omega$$

Donde

X_{CC} = Impedancia de la red en Ω (para corrientes de c.c. se considera despreciable la parte resistiva).

U = Tensión en el punto del c.c en kV.

S_{CC} = Potencia de c.c proporcionada por la Cia. Distribuidora en MVA.

La reactancia unitaria kilométrica de las líneas aéreas, cables y juegos de barras, se calcula mediante:

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad (\Omega/km)$$

f = frecuencia de la red.

L = coeficiente de autoinducción, que para líneas de fases simples puede expresarse del siguiente modo:

$$L = \left(0,5 + 4,605 \cdot \log \frac{DGM}{RGM} \right) \cdot 10^{-4} \quad H/km$$

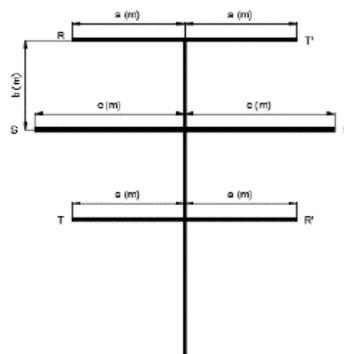
Donde

RGM = radio medio geométrico del conductor.

DGM = distancia media geométrica entre fases.

R = radio del conductor.

Para dos circuitos:



DOBLE CIRCUITO

$$DGM = \sqrt[3]{d_R \cdot d_S \cdot d_T}$$

$$RGM = \sqrt[4]{r' \cdot d_{RR'} \cdot r' \cdot d_{SS'} \cdot r' \cdot d_{TT'}}$$

$$d_R = \sqrt[4]{d_{RS} \cdot d_{RS'} \cdot d_{R'S'} \cdot d_{R'S}} \quad d_S = \sqrt[4]{d_{ST} \cdot d_{ST'} \cdot d_{S'T'} \cdot d_{S'T}}$$

$$d_T = \sqrt[4]{d_{TR} \cdot d_{TR'} \cdot d_{T'R'} \cdot d_{T'R}}$$

$$r' = e^{-1/4} \cdot R$$

Siendo d la separación entre dos conductores de la línea, expresada en m. El valor de los diferentes d se obtiene teniendo en cuenta el armado de los apoyos que conforman la línea. Se escogerá la disposición de un apoyo de la línea, en el que L sea lo mayor posible, Al ser L creciente con D :

Disposición simétrica de conductores	Longitud de cruceta			Distancia media geométrica (m)
	"a"	"b"	"c"	
Montaje 0	1,5	0	1,5	1,89
Montaje 1	1,5	0,6	1,5	1,99
Montaje 1	1,75	1,2	1,75	2,51
Tresbolillo	1,25	1,2	1,25	2,64
Tresbolillo	1,5	1,2	1,5	2,93
Tresbolillo	1,5	1,8	1,5	3,53
Doble circuito	1,5	1,8	1,5	2,75
Doble circuito	1,5	2,4	1,5	3,27

Para armados de doble circuito

Conductor	Distancia media geométrica	Radio de conductor	Radio medio geométrico	Autoinducción	Reactancia
LA-30	2,75	0,00357	0,10597	0,00070	0,220
LA-56	2,75	0,00475	0,12223	0,00067	0,211
LA-78	2,75	0,00567	0,13355	0,00065	0,206
LA-110	2,75	0,007	0,14838	0,00063	0,199
LA-180	2,75	0,00875	0,16590	0,00031	0,192

Para el caso que se presenta, al ser conductor LA-56 con armado en doble circuito, semicrucetas a 1,50 m, doble circuito, tiene una reactancia de línea de:

Conductor	Distancia media geométrica	Radio de conductor	Radio medio geométrico	Autoinducción	Reactancia
LA-56	2,75	0,00475	0,12223	0,00067	0,211

Tiene una reactancia de:

$$X = 0,211 \Omega/\text{km}$$

Por tanto, al estar la línea aérea de media tensión a una distancia de 14 km de la subestación que la alimenta, tenemos una reactancia de:

$$XL = X \cdot l = 0,211 \Omega/\text{km} \cdot 15 \text{ km} = 3,17 \Omega$$

Donde:

$$Z_{ccL} = X_{cc} + XL = (0,8 + 3,17) = 3,97 \Omega$$

Para nuestro tramo de estudio, la intensidad de cortocircuito que se puede dar en la línea aérea de media tensión tiene un valor de:

$$I_{cc} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{ccL}} = \frac{1,1 \cdot 20}{\sqrt{3} \cdot 3,75} = 3,19 \text{ kA}$$

19.2 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

Las pérdidas producidas por efecto Joule en los conductores sometidos a un cortocircuito, elevan su temperatura hasta valores dependientes de la intensidad y duración de la falta, que pueden provocar una disminución en las características mecánicas de los mismos.

La temperatura límite que puede alcanzar un conductor aluminio – acero, sin provocar una disminución de sus características mecánicas no debe sobrepasar los 200 °C según la norma UNEEN 60865-1 o de 100 °C según el apdo. 2.1.2.3. de la ITC-LAT 07.

Partiendo de una temperatura máxima en el conductor antes del cortocircuito de la temperatura ambiente, y suponiendo un calentamiento adiabático durante el cortocircuito se obtiene:

$$S_{thr} = \frac{K}{\sqrt{T_{kr}}}$$

$$S_{cc} = S_{thr} \cdot 10^{-6}$$

Donde:

S_{thr} : densidad de corriente de c.c. (A/m²)

S_{cc} : densidad de corriente de c.c. (A/mm²)

T_{kr} : duración del cortocircuito (s)

K: intensidad de cortocircuito admisible durante 1 segundo, tiene por valor:

$$K = \sqrt{\frac{k_{20} \cdot c \cdot \rho}{\alpha_{20}} \cdot \ln \frac{1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_e - 20)}{1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_b - 20)}}$$

Con los siguientes datos del material:

Símbolo	Unidad S.I.	Cobre	Aleación de aluminio Conductor de aluminio reforzado de acero (Al-Ac)	Acero
c	J/(kg °C)	390	910	480
ρ	kg/m ³	8 900	2 700	7 850
k_{20}	1/(Ωm)	$56 \cdot 10^6$	$34,8 \cdot 10^6$	$7,25 \cdot 10^6$
α_{20}	1/°C	0,0039	0,004	0,0045

Donde:

k_{20} : Conductividad específica 20°C (1/Ωm)

c : capacidad térmica específica (J/kg°C)

ρ : densidad (kg/m³)

α_{20} : coeficiente de temperatura (1/°C)

θ_e : temperatura final después del c.c. (según apdo. 2.1.2.3 → 100°C;
según UNE-EN 60865- 1 → 200°C)

θ_b : temperatura máxima previa al c.c. → 50°C (mínima)

La intensidad de cortocircuito admisible de cada conductor es la que se adjuntan en las siguientes Tablas.

$$I_{ccadm} = S_{cc} \cdot S \text{ (kA)}$$

- Para una temperatura máxima de 100°C, según el apdo. 2.1.2.3. de la ITC-LAT 07.

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores (kA)						
Conductor	Sección S (mm ²)	Duración del cortocircuito (s)				
		0,4	0,6	0,8	1	2
LA-30	31,1	2,91	2,38	2,06	1,84	1,30
LA-56	54,6	5,12	4,18	3,62	3,24	2,29
LA-78	78,6	7,37	6,01	5,21	4,66	3,29
LA-110	116,2	10,89	8,89	7,70	6,89	4,87
LA-145	147,1	13,78	11,25	9,75	8,72	6,16
LA-180	181,6	17,02	13,89	12,03	10,76	7,61
LARL-30	31,1	2,91	2,38	2,06	1,84	1,30
LARL-56	54,6	5,12	4,18	3,62	3,24	2,29
LARL-78	78,6	7,37	6,01	5,21	4,66	3,29
LARL-110	116,2	10,89	8,89	7,70	6,89	4,87
LARL-125	125,1	11,72	9,57	8,29	7,41	5,24
LARL-145	147,1	13,78	11,25	9,75	8,72	6,16
LARL-180	181,6	17,02	13,89	12,03	10,76	7,61

Para una temperatura máxima de 200°C, según norma UNE-EN 60865-1.

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores (kA)						
Conductor	Sección S (mm ²)	Duración del cortocircuito (s)				
		0,4	0,6	0,8	1	2
LA-30	31,1	4,71	3,84	3,33	2,98	2,11
LA-56	54,6	8,27	6,75	5,85	5,23	3,70
LA-78	78,6	11,90	9,72	8,42	7,53	5,32
LA-110	116,2	17,59	14,37	12,44	11,13	7,87
LA-145	147,1	22,27	18,19	15,75	14,09	9,96
LA-180	181,6	27,50	22,45	19,44	17,39	12,30
LARL-30	31,1	4,71	3,84	3,33	2,98	2,11
LARL-56	54,6	8,27	6,75	5,85	5,23	3,70
LARL-78	78,6	11,90	9,72	8,42	7,53	5,32
LARL-110	116,2	17,59	14,37	12,44	11,13	7,87
LARL-125	125,1	18,94	15,47	13,39	11,98	8,47
LARL-145	147,1	22,27	18,19	15,75	14,09	9,96
LARL-180	181,6	27,50	22,45	19,44	17,39	12,30

A continuación, realizamos una comprobación para ver que el conductor elegido a 100°C en la línea aérea cumple con la intensidad de cortocircuito de la red.

$$I_{ccred} < I_{cccond}(kA)$$

Tabla comparativa entre la I _{cc} del conductor y la I _{cc} de la red				
Conductor	I _{cc} de la red (kA)	<	I _{cc} del conductor (kA) a duración del cortocircuito 1s	Condición
LA-56	3,19	<	3,24	CUMPLE

A continuación, realizamos una comprobación para ver que el conductor elegido a 200°C en la línea aérea cumple con la intensidad de cortocircuito de la red.

$$I_{ccred} < I_{cccond}(kA)$$

Tabla comparativa entre la I _{cc} del conductor y la I _{cc} de la red				
Conductor	I _{cc} de la red (kA)	<	I _{cc} del conductor (kA) a duración del cortocircuito 1s	Condición
LA-56	3,19	<	5,23	CUMPLE

19.3 INTENSIDAD MÁXIMA REAL DADA EN CABECERA DE SUBESTACIÓN

Los datos de intensidad máxima que circula por las líneas de media tensión contemplando todas las cargas existentes en el anillo, serán facilitados por la compañía de distribución, siendo para este caso la siguiente:

$$I_{máxcabecera} = 320 A$$

$$I_{máxtramo} = 120 A$$

Donde:

$I_{máxcabecera}$ = Intensidad máxima dada en cabecera de subestación, en A.

$I_{máxtramo}$ = Intensidad máxima dada en el tramo de línea aportada por la empresa distribuidora, en A

19.4 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CABLE

La potencia máxima admisible que circulará por la línea será:

$$P_{máx} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{máx} \cdot \cos \varphi_{med}$$

Siendo:

$P_{máx}$ = Potencia máxima a transportar, en kW.

U = Tensión nominal de la línea, en kV.

$I_{máx}$ = Intensidad máxima admisible del conductor, en A.

$\cos \varphi_{med}$ = factor de potencia medio de las cargas receptoras

La intensidad máxima de corriente se obtiene de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.2 de la ITC-LAT 07.

La densidad máxima de corriente admisible por un conductor de sección S se obtiene de la tabla 11 de la citada instrucción interpolando entre la sección inferior y superior y aplicando el correspondiente coeficiente reductor en función de su composición.

$$I_{máx} = \sigma \cdot S$$

Siendo:

σ = Densidad máxima admisible por un conductor, en A/mm².

S = Sección del conductor, en mm².

Los conductores más habituales empleados en las LAMT de EDE y su intensidad máxima admisible son indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Conductores habituales

Conductor en zonas sin contaminación o con contaminación ligera	Sección (mm ²)	Alambres Aluminio	Alambres Acero
27-AL1/4-ST1A (antes LA-30)	31,1	6	1
47-AL1/8-ST1A (antes LA-56)	54,6	6	1
67-AL1/11-ST1A (antes LA-78)	78,6	6	1
94-AL1/22-ST1A (antes LA-110)	116,2	30	7
147-AL1/34-ST1A (antes LA-180)	181,6	30	7

- Para nuestro proyecto, tenemos:
Considerando un factor de potencia de 0,8 y la intensidad dada en cabecera:

$$P_{m\acute{a}x} = I_{m\acute{a}x} \cdot U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi_{med} = 120 \cdot 20 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8 = 5.542,56 \text{ kW}$$

19.5 CAÍDAS DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará como:

$$\Delta U = L \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot [(R_{85} \cdot \cos \varphi) + (X \cdot \sin \varphi)] V$$

Dónde:

L = longitud de la línea, en km.

U = tensión nominal de la línea, en kV.

R₈₅ = resistencia del conductor a 80°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

X = reactancia de la línea, en Ω/km.

cos φ = coseno de φ de la instalación.

sin φ = seno de φ de la instalación.

I = intensidad máxima línea

La resistencia para temperaturas de servicio distintas a 20°C, tiene la siguiente expresión:

$$R = R_t \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20))$$

Donde:

R: resistencia del conductor a la temperatura de servicio (W/km)

R_t: resistencia del conductor a la temperatura de 20°C (W/km)

α: coeficiente de temperatura del conductor a 20°C (°C⁻¹); para el aluminio α = 0,00403 °C⁻¹

θ: temperatura de servicio del conductor (°C)

La resistencia R del conductor, en Ω/km, varía con la temperatura T de funcionamiento de la línea. Se adoptará a efectos de cálculo el valor correspondiente a 85°C. En la tabla siguiente se indica la resistencia de los conductores a 50°C, 80°C y 85°C.

Tabla 2. Resistencia a 50°C, 80°C y 85°C.

Conductor	Resistencia a 50°C (Ω/km)	Resistencia a 80°C (Ω/km)	Resistencia a 85°C (Ω/km)
27-AL1/4-ST1A (antes LA-30)	1,2034	1,3332	1,3548
47-AL1/8-ST1A (antes LA-56)	0,6870	0,7611	0,7734
67-AL1/11-ST1A (antes LA-78)	0,4776	0,5285	0,5371
94-AL1/22-ST1A (antes LA-110)	0,3437	0,3809	0,3870
147-AL1/34-ST1A (antes LA-180)	0,2199	0,2438	0,2477
47-AL1/8-A20SA (antes LARL-56)	0,6510	0,7212	0,7329
67-AL1//11-A20SA (antes LARL-78)	0,4520	0,5007	0,5088
107-AL1/18-A20SA (antes LARL-125 E)	0,2838	0,3144	0,3195

- Para nuestro tramo, tenemos:

$$\Delta U = L \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot [(R_{85} \cdot \cos \varphi) + (X \cdot \sin \varphi)] V$$

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

$$\cos \varphi = 0,8 \rightarrow \sin \varphi = 0,6$$

L de la línea= 0,256km

Imáx línea en el tramo = 120 A

$$X = 0,206 \Omega$$

$$R_{85} = 0,387 \Omega$$

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

$$\cos \varphi = 0,8 \rightarrow \sin \varphi = 0,6$$

$$\Delta U = L \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot [(R_{85} \cdot \cos \varphi) + (X \cdot \sin \varphi)] V$$

$$\Delta U = 0,011 \cdot 120 \cdot \sqrt{3} \cdot [(0,7734 \cdot 0,8) + (0,211 \cdot 0,6)] = 1,70 V$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U (V)}{U (V)} \cdot 100$$

$$AU (\%) = \frac{1,70}{20 \cdot 10^3} \cdot 100 = 0,0008 \%$$

Obteniendo una caída de tensión, inferior al 7% de la tensión de servicio de la línea, según indica el artículo 104 en su punto 3 del Real Decreto 1955/2000.

19.6 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Se analizarán las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea calculadas de acuerdo a la siguiente expresión:

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

Siendo:

ΔP = Pérdida de potencia, en W.

R_{85} = Resistencia del conductor en Ω/km

L = Longitud de la línea, en km.

I = Intensidad de la línea, en amperios.

Para nuestro tramo, tenemos:

$$\Delta P = 3 \cdot 0,7734 \cdot 0,011 \cdot 120^2 = 367,52 \text{ W}$$

19.7 COMPORTAMIENTO TERMICO DE LOS CONDUCTORES AÉREOS

La temperatura superficial de los conductores es una función de los siguientes parámetros:

- Propiedades del material del conductor.
- Diámetro del conductor.
- Condiciones superficiales del conductor.
- Condiciones meteorológicas
- Corriente eléctrica por el conductor.

Para relacionar estos parámetros, se recurrirá a la ecuación del calor. En el estudio del régimen permanente de funcionamiento, se asumirá que el conductor está en equilibrio térmico, por lo que no habrá acumulación de calor, de esta forma, se plantea un equilibrio entre el calor generado y el disipado por el conductor.

$$Q_{gen} = Q_{dis}$$

19.7.1 Evaluación de la temperatura del conductor en régimen permanente

Como se ha descrito anteriormente, en régimen permanente no habrá acumulación de calor en el conductor, por lo que se plantea un balance entre la generación y la disipación de calor.

La generación de calor en el conductor es suma de cinco componentes. La primera es la generación interna del conductor por efecto Joule. La segunda componente es el calor generado por flujos magnéticos en el interior del conductor. La tercera componente es la radiación solar incidente sobre el conductor. La cuarta es el efecto piel. Y la quinta y última es el calor generado por efecto corona en el conductor.

$$P_{gen} = P_J + P_M + P_S + P_p + P_i \text{ (W/m)}$$

Los medios por los que el conductor disipa calor al ambiente son: por convección, por radiación y por evaporación.

$$P_{dis} = P_c + P_r + P_w \text{ (W/m)}$$

Por tanto, en régimen permanente, la relación que se debe cumplir es:

$$P_j + P_M + P_S + P_p + P_i = P_c + P_r + P_w \text{ (W/m)}$$

Calentamiento generado por efecto Joule en el conductor

La generación de calor producida por el efecto Joule puede ser calculada por dos métodos, dependiendo de si el conductor es no férreo o es de núcleo de acero

El calor generado por efecto Joule en el conductor teniendo en cuenta el efecto pelicular se puede calcular como:

$$P_j = I^2 \cdot R_{ccTc} \text{ (W/m)}$$

Donde:

$$R_{ccTc} = k_j \cdot R_{cc20^\circ C} \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (T_c - 20)] \text{ (\Omega/m)}$$

I = corriente que circula por el conductor (A).

R_{cc} = resistencia en corriente continua a 20°C por unidad de longitud (Ω/m).

α = coeficiente de variación de la resistividad eléctrica a 20°C. Se sugiere utilizar un valor de 0,00403 para conductores de Al-Ac.

T_c = temperatura del conductor (°C).

k_j = factor que tiene en cuenta el efecto pelicular. Se sugiere utilizar un valor de 1,0123.

Calentamiento generado por efectos magnéticos en el conductor

El efecto magnético se refiere al calentamiento del conductor debido al flujo alterno magnético que causa un calentamiento por corrientes inducidas e histéresis magnética. Este fenómeno es generalmente insignificante con conductores no férreos a frecuencia industrial, pero podría ser significativo con conductores de aluminio-acero.

Esto se debe, a que en los conductores con núcleo de acero existe un flujo magnético longitudinal que se produce por la corriente en los alambres de aluminio que se encuentran en espiral alrededor del núcleo de acero.

Calentamiento solar

La radiación solar incidiendo sobre el conductor hace que la temperatura de éste aumente. La ecuación que define este calentamiento es:

$$P_S = \alpha_S \cdot S \cdot d_c \text{ (W/m)}$$

Donde:

α_S = coeficiente de absorción de la superficie del conductor.

S = radiación solar en la zona (W/m²).

d_c = diámetro exterior del conductor (m).

El valor de α_S varía entre los 0,23 para conductores de aluminio brillantes hasta los 0,95 para conductores degradados en ambiente industrial. Para la mayoría de los casos se puede utilizar un valor de 0,5.

Para nuestros casos elegiremos en función de la zona:

- Zona de Málaga, mes más desfavorable (Julio) se puede usar como valor medio de radiación solar, 8,64 kwh/m² → 720 W/m².

Calentamiento generado por el efecto piel

El efecto piel hace referencia al incremento en la resistencia del conductor en función de la frecuencia en corriente alterna.

En el cálculo del calentamiento producido, se traducirá en un incremento de la resistencia en la generación por efecto Joule.

Calentamiento por efecto corona

El calentamiento por efecto corona es sólo significativo con gradientes de tensión muy elevados de la superficie del conductor que están presentes en caso de precipitaciones y vientos fuertes. En ese caso las corrientes convectivas y de refrigeración por evaporación son elevadas. Debido a esto, y al hecho de considerar las condiciones ambientales en estado estacionario, no se considera necesario incluir fórmulas para el cálculo para el calentamiento por efecto corona.

$$P_i \approx 0 \text{ (W/m)}$$

19.7.2 Pérdidas de calor

Evacuación de calor por convección

Cuando una línea está cargada, la superficie del conductor provoca el calentamiento del aire adyacente a él, haciendo que disminuya la densidad del aire, elevándose el aire más cálido en caso de convección natural ($V=0$) o siendo arrastrado en el caso de convección forzada ($V \neq 0$). El análisis dimensional muestra que ciertos grupos adimensionales son normalmente utilizados en los cálculos de transferencia de calor por convección. Estos son:
Número de Nusselt:

$$Nu = \frac{h_c \cdot D}{\lambda_f}$$

Donde:

h_c = coeficiente de convección (W/m²·°C)

D = longitud característica del cable, en este caso, el diámetro (m)

λ_f = conductividad térmica del aire (W/m·°C)

Número de Reynolds:

ρ_r = densidad relativa del aire ρ/ρ_0 (densidad del aire a la altura de trabajo y a nivel del mar respectivamente)

V = velocidad del viento (m/s)

ν_f = viscosidad cinemática (m²/s)

Número de Grashof:

$$G_r = \frac{D^3 \cdot (T_s - T_a) \cdot g}{(T_f + 273) \cdot v_f^2}$$

Donde:

T_s = temperatura de la superficie del cable (°C).

T_a = temperatura ambiente (°C).

Número de Prandtl:

$$P_r = \frac{c \cdot \mu}{\lambda_f}$$

Donde:

c = calor específico del aire a presión constante (J/kg·°C)

μ = viscosidad dinámica del aire (kg/m·s)

Las ecuaciones empíricas para calcular los parámetros anteriores son:

$$v_f = 1,32 \cdot 10^{-5} + 9,5 \cdot 10^{-8} \cdot T_f$$

$$\lambda_f = 2,42 \cdot 10^{-2} + 7,2 \cdot 10^{-5} \cdot T_f$$

$$P_r = 0,715 - 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot T_f$$

$$g = 9,807 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$T_f = 0,5 \cdot (T_s + T_a)$$

$$\rho_r = e^{-1,16 \cdot 10^{-4} \cdot y}$$

Donde:

y = altura sobre el nivel del mar (m)

Por tanto, las pérdidas por convección quedan determinadas por:

$$P_C = \pi \cdot \lambda_f \cdot (T_s - T_a) \cdot N_u$$

Para poder obtener las pérdidas tenemos que estudiar si la convección predominante es la natural o la forzada, pudiendo así obtener el valor del número de Nusselt idóneo para cada caso.

- Convección natural

El número de Nusselt para convección natural depende del número de Rayleigh, que se obtiene como el producto de los números de Grashof y Prandtl:

$$N_u = A_2 \cdot (G_r \cdot P_r)^{m_2}$$

En la siguiente tabla se dan valores para las constantes A_2 y m_2 para varios rangos del número de Rayleigh.

Gr Pr		A ₂	m ₂
Desde	Hasta		
102	104	0,850	0,188
104	106	0,480	0,250

- Convección forzada

La ecuación empleada para en convección forzada es:

$$Nu = B_1 \cdot (Re)^n$$

Donde:

B₁ y n = constantes dependientes del número de Reynolds y de la rugosidad de la superficie del conductor R_f. Los valores de estas constantes se pueden obtener de la siguiente tabla.

Superficie	Reynolds		B ₁	n
	Desde	Hasta		
Todas las Superficies	10 ²	2,65 10 ³	0,6471	0,471
R _f ≤ 0,05	>2,65 10 ³	5 10 ⁴	0,178	0,633
R _f > 0,05			0,048	0,800

El diámetro del alambre d debe ser el diámetro del alambre de la capa más externa.

El diámetro D del conductor debe ser el diámetro total a pesar del hecho de que un conductor trenzado puede tener una superficie de más del 40 - 45 % que un conductor liso del mismo diámetro.

El incremento, con respecto a la refrigeración por convección forzada, entre los conductores trenzados y lisos es una función de la rugosidad y el número de Reynolds.

La dirección del viento juega un papel importante en la efectividad del enfriamiento por convección forzada. El número de Nusselt varía con el seno del ángulo de ataque δ (con respecto al eje del conductor) como sigue:

$$Nu_{\delta} = Nu_{90} \cdot [A_1 + B_2 \cdot (\sin \delta)^{m_1}]$$

Donde:

para 0° < δ < 24° → A₁ = 0,42, B₂ = 0,68 y m₁ = 1,08

para 24° < δ < 90° → A₁ = 0,42, B₂ = 0,58 y m₁ = 0,9

Cuando el viento sopla paralelo al eje del cable, el número de Nusselt para un ángulo del viento de 0° cae hasta aproximadamente un 0,42 Nu₉₀. Esto se debe a la agitación del flujo debido al trenzado del conductor.

Para velocidades del viento bajas (V < 0,5 m/s) se ha encontrado que el viento no sigue una dirección preferente y el Número de Nusselt es poco probable que sea menor a:

$$Nu_{cor} = 0,55 \cdot Nu_{90}$$

Donde:

Nu_{cor} = número de Nusselt corregido.

- Enfriamiento convectivo para bajas velocidades de viento

Para velocidades del viento bajas ($V < 0,5$ m/s) los cálculos pueden estar basados en una combinación de convección natural y forzada y la dirección del viento puede no ser significativa, por eso para velocidades del viento menores a 0,5 m/s, como valor de convección forzada se utilizará el valor obtenido con Nusselt corregido.

Para obtener el valor de las pérdidas por convección, se puede utilizar un método simplificado en el que se calculan los 3 valores de enfriamiento convectivo y se escoge el mayor de ellos:

- a) Si no se conoce la dirección del viento, se supondrá un ángulo de ataque de 45° y se calcularán las pérdidas por convección forzada P_{fa} .
- b) El segundo valor P_{fb} se calcula con la fórmula del valor corregido.
- c) El tercer valor son las pérdidas por convección natural P_{fc} .

Evacuación de calor por radiación

Debido al hecho de que las pérdidas por radiación son normalmente una pequeña parte de las pérdidas totales, especialmente con convección forzada, suele ser una buena aproximación utilizar la siguiente expresión:

$$P_r = \pi \cdot D \cdot \varepsilon \cdot \sigma_B [(T_s + 273)^4 - (T_a + 273)^4]$$

Donde:

D = diámetro exterior del conductor.

ε = emisividad del conductor (entre 0,23 y 0,95, pero se sugiere usar 0,5).

σ_B = constante de Stefan-Boltzmann ($5,6697 \cdot 10^{-8}$ W/m²°C⁴).

T_a = temperatura ambiente (°C).

T_s = temperatura de la superficie del conductor (°C).

Evacuación de calor por evaporación

El enfriamiento debido a la evaporación no se altera de forma significativa con el vapor de agua contenido en el aire o con las gotas de agua que se arrastran en el flujo alrededor del conductor. Esta evacuación de calor se altera en cuanto el conductor se moja. El enfriamiento por evaporación generalmente es ignorado, estando además del lado de la seguridad.

$$P_w \approx 0 \text{ (W/m)}$$

19.7.3 Resultados de aplicar el método de convección

Para nuestro proyecto, utilizaremos como valor de las pérdidas el método de convección forzada:

- Ángulo de ataque de 45° .
- Temperatura ambiente de 35°C .
- Velocidad del viento de 0,6 m/s.
- Radiación solar de 720 W/m².
- Altura elegida para el estudio sobre el nivel del mar de 300 m.

Para relacionar todos los parámetros. En el estudio del régimen permanente de funcionamiento, se asumirá que el conductor está en equilibrio térmico, se plantea un equilibrio entre la potencia generada y la potencia disipada por el conductor.

$$P_{gen} = P_{dis}$$

En la siguiente tabla, se indica la intensidad que pueden transportar los conductores a una temperatura de cálculo de 50°C, 80°C y 85°C.

	LA-30	LA-56	LA-78	LA-110	LA-145	LA-180
I_{adm} 50 °C (A)	80,32	112,1	138,8	169,39	194,23	219,36
I_{adm} 80 °C (A)	147,4	209,5	263	326,81	378,94	432,57
I_{adm} 85 °C (A)	155,1	220,7	277,1	344,67	399,85	465,65

Para nuestro caso, al ser un LA-56 puede transportar una intensidad de 220,7 A, a 85°C, que es como se han realizado los cálculos.

A continuación, realizamos la comprobación para ver que el conductor utilizado transporta una intensidad real inferior o igual a la que puede transportar a 85°C.

$$I_{adm \text{ a } 85^{\circ}\text{C}} \geq I_{m\acute{a}x \text{ cabecera}} (A)$$

Tabla comparativa				
Conductor	I_{adm} a 85 °C (A)	\geq	$I_{m\acute{a}x}$ del tramo (A)	Condición
LA-56	220,7	\geq	120	CUMPLE

19.8 CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

Para el cálculo mecánico y el dimensionamiento de los distintos elementos que componen la línea eléctrica 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.

19.8.1 Cálculos mecánicos de los conductores y cables de fibra óptica auto-soportados (ADSS)

Los criterios de cálculo mecánico de conductores se establecerán 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 anteriormente.

Respecto al cable de fibra óptica ADDS, para el cálculo mecánico se seguirán los mismos criterios aplicados a los conductores eléctricos en el apartado 3 de la ITC-LAT 07, considerando además las limitaciones indicadas por el fabricante al objeto de evitar atenuaciones en las fibras.

19.8.2 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 de **referencia GSC003 para los conductores, AND009 para los herrajes, AND008 para los aisladores de vidrio y AND012 para los aisladores compuestos.**

Los pesos de los cables de fibra óptica ADSS y de los herrajes objeto del presente documento tomarán como referencia las **Normas NNJ002 para los cables y NNJ004 para los herrajes.**

19.8.3 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:

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)
47-AL1/8-ST1A	LA 56	14	0,84	1,493	1,89

19.8.4 Carga de hielo

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

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**

No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

- **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**

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 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.

19.8.5 Hipótesis de tracciones máximas

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

Tabla 3. 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 16.4.3 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 16.4.3 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No se aplica	Según apartado 19.8.4 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 16.4.3 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-20	No se aplica	Según apartado 19.8.4 y 3.1.3 ITC-LAT 07

La tracción máxima de los conductores y de los cables de fibra óptica ADSS no resultará superior a su carga de rotura mínima, dividida por 3, considerándolos 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
47-AL1/8-ST1A	LA 56		543	3,00

19.8.6 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.

Para determinar la flecha máxima de los cables de fibra óptica ADSS se utilizarán las mismas hipótesis que las aplicadas para los conductores, y estarán limitadas por las distancias al terreno/cruzamientos.

Además, la flecha del cable de fibra óptica ADSS será la necesaria para que quede por debajo del conductor, condiciones de flecha máxima, como mínimo, 0'22 metros para redes de distribución hasta 24 kV y 0'35 cm para redes de distribución hasta 30 kV.

19.8.7 Determinación de las flechas

Conocido el valor de T_2 , 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:

$$FLECHA_{vano.a.regular} = FLECHA_{vano.regulacion} \left(\frac{VANO_{a.regular}}{VANO_{regulacion}} \right)^2$$

19.8.8 Fenómenos vibratorios

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 período 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%.

El cable de fibra óptica, en su caso, se protegerá siempre mediante antivibradores.

19.8.9 Cálculo De Apoyos

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

- El coeficiente de seguridad para la tracción máxima admisible de los conductores y del cable de fibra óptica ADSS será como mínimo de 3, considerando las diferentes hipótesis de sobrecargas establecidas en la tabla 4 de la ITC-LAT 07,
- Además del peso propio de los conductores y del cable de fibra óptica ADSS, 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 la sobrecarga 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 aplicaran 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)	
			$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$	$P_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$	
			$P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_h}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$	$P_{ap} = p + h$	
	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) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ (%rot) $\cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (\%rot.) \cdot T_v$
% des. = Coeficiente de 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 $n = 4$.					
Amarre 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) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1)$	T_v (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ T_h (B y C)
% des. = Coeficiente de desequilibrio; 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)
$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right), \quad R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right), \quad R_{áng.hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$					

	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 de 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 $n = 4$.			
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)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng.hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$(2 \cdot n - 1) \cdot T_v \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot T_h \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	
	$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad R_{áng.hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$				
	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)	$T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
		% des. = Coeficiente de desequilibrio; 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)
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) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ n · (%des.) · T _h (B y C n · (%des.) · T _v	$n \cdot (\%rot.) \cdot T_v$ (A)

Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de Conductores)
				$n \cdot (T_2 - T_1)$	$n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot n \cdot (\%rot) \cdot T_h$ (B y C)
<p>% des. = Coeficiente disequilibrio 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.</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)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng,hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ (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)
	<p>% des. = Coeficiente disequilibrio 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.</p>				
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
dinal

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitu-

P_{cond}	Peso de los conductores	daN
P_{cad}	Peso de las cadenas de aisladores	daN
P_{her}	Peso de los herrajes	daN
ρ	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
ρ_{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
F_T	Esfuerzo transversal de un conductor debido al viento	daN
R_{an}	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 y cables de fibra óptica ADSS 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 sollicitaciones.

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:

$$V_1 + K \cdot H_1 \leq V + K \cdot H$$

Siendo:

V_1 = 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.

H_1 = 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). $H \geq H_1$.

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 V_1 , será mayor que 3 veces la carga vertical nominal, V ($V_1 \leq 3V$).

19.8.10 Aislamiento y herrajes

19.8.10.1 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:

Tabla 6. Conductores admisibles según cadena de aisladores

Aislador	Carga de rotura (daN)	Tracción máxima admisible (daN)	Conductores admisibles	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación
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, C35, C50E, C70, C95.	20/24	Alto

Cuando 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).

19.8.11 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 tomarán como referencia la norma **AND009 “Herrajes y accesorios 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.

Las grapas de amarre del cable de fibra óptica ADSS deben soportar una tensión mecánica igual o superior al 95% de la carga de rotura del cable de fibra óptica ADSS, sin que se produzca su deslizamiento.

Las características de los herrajes utilizados para los cables de fibra óptica ADSS tomarán como referencia la norma **NNJ004 “Herrajes para cables ópticos (OPGW y ADSS) para líneas aéreas”**.

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

HERRAJE	Tipo	Peso aprox. (kg.)	Carga de rotura (daN.)
Grapa de amarre	GA-2	1,10	6.000

Grapa de suspensión	GS2	0,88	4.800
Grillete recto	GN	0,32	7.500
Rotula corta	R16	0,51	11.000

Soporte de fijación del cable de fibra óptica ADSS

Los soportes se consideran sometidos a los esfuerzos reglamentarios considerados para apoyos de amarre/anclaje, en todos los casos, o para final de línea en el caso de que su función sea ésta. No se considerarán los esfuerzos reglamentarios de suspensión, aunque ésta sea su función.

Para el caso de los soportes de suspensión, se comprobará que la cadena de alineación no golpea la estructura metálica bajo la acción del viento reglamentario (apartado 3.1 ITC LAT 07).

19.8.12 Tablas resumen

19.8.12.1 Datos de línea

DATOS DE LA LÍNEA

Datos de la línea	Fase
TENSIÓN (kV)	20
CONDUCTOR	47-AL1/8-ST1A (antes LA-56)
NÚMERO FASES	3
NÚMERO COND/FASE	1
LONGITUD CADENA AMARRE (m)	0,64
ALTURA DEL PUENTE (m)	0,64
TEMP.MAX TENDIDO (°C)	70
VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/h)	120

DATOS DEL CONDUCTOR

Datos del conductor	Fase
SOBR. VIENTO 120 Km/h (daN/m)	0,581
SOBR. VIENTO 1/2 120Km/h (daN/m)	0,291
ÁNGULO OSCILACIÓN 120 Km/h (°)	71,98
PESO VIENTO 120 Km/h (daN/m)	0,611
PESO VIENTO 1/2 120Km/h (daN/m)	0,347

19.8.12.2 Esfuerzos

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coeficien. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis Viento			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones			4ª Hipótesis Rotura de conductores							
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Hielo			Hielo+Viento			Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Fases no afectadas			Fases afectadas			Esf.tor. aplica. daN	
								Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN				Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN		
2	F.Linea	—	N	Fase	3	8	333	5	—	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	375	—	—	—	375

19.8.12.3 Calculo de apoyos

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo	Coeficien. de seguridad	Alt. cond. en perfil necesaria m	Altura conductor real m	Desviaci. cadena	Flecha máxima m	Separaci. conduct. m	Contrape. daN	Coeficientes L, N, S		
										Semi suma vanos L	Diferencia tangentes N	Coeficiente ángulo S
2	F.Linea	—	N	10,08	8,73	—	0,19	0,43	—	5,50	0,004	—

19.8.12.4 Tensiones y flechas (Fase)

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas											
						-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1-2	LA-56	B	11,00	-0,04	11,00	285	0,01	245	0,01	204	0,01	164	0,02	125	0,02	88	0,03

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas											
						25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1-2	LA-56	B	11,00	-0,04	11,00	59	0,05	41	0,07	31	0,09	26	0,11	22	0,13	20	0,14

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
						55°C		60°C		65°C		70°C					

			(m)	(m)	Regula- ción (m)	T (daN)	F (m)						
1-2	LA-56	B	11,00	0,04	11,00	18	0,15	17	0,17	16	0,18	15	0,19

19.8.12.5 Cimentaciones

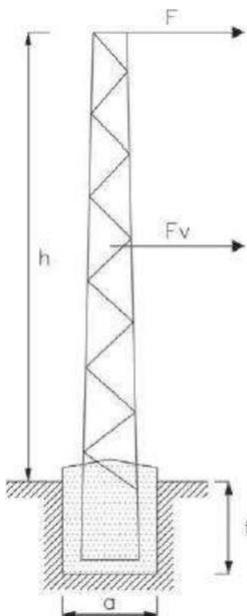
Apoyo nº	Tipo	Características de los apoyos			Viento sobre apoyos		Momentos de vuelco				Coefic. de compr. sibilid. daN/m ²	Cimentación				
		Esfuerzo útil daN	Altura sobre terreno		Esfuerzo daN	Altura m	Conductor daNm	Viento sobre apoyos daNm	Total daNm	Total absorbido cimentación daNm		Lado A m	Lado B m	Alto m	Volúmenes	
			Cogolla m	Resulta conduc. m											Excavaci. m ³	Hormigón m ³
2	F.Linea	2355	11,73	9,93	111	8,51	26949	948	27897	27171	8	1,25	1,25	2,27	3,55	3,86

19.9 CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

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

El momento de vuelco.

$$M_V = F \cdot \left(h_0 + \frac{2}{3} \cdot h \right) + F_V \cdot \left(\frac{H_T}{2} + \frac{2}{3} \cdot h \right) (kg \cdot m)$$



Donde:

F= Esfuerzo nominal del apoyo en kg.

h₀= 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.

h= profundidad de la cimentación (m).

Momento estabilizador debido a las reacciones laterales del terreno.

$$M_1 = \frac{a \cdot h^3}{36} \cdot C_h \cdot \tan \alpha (kg \cdot m)$$

Donde

M₁= momento estabilizador debido a las reacciones laterales (kg.m).

a= anchura de la cimentación (m).

α= ángulo máximo de giro del macizo de hormigón, para tg α = 0,01.

C_h= coeficiente de compresibilidad del terreno a una profundidad de h metros (kg/m³).

Teniendo en cuenta que la resistencia del terreno es nula en la superficie y crece proporcionalmente a la profundidad de la excavación, se puede expresar:

$$\frac{C_h}{h} = \frac{C_2}{2}$$

Donde

C_2 = coeficiente de compresibilidad del terreno a una profundidad de 2 metros (kg/m^3).

Naturaleza del terreno	Peso específico aparente Tn/m^3	Ángulo de talud natural Grados sexag.	Carga admisible daN/cm^2	Coefficiente de rozamiento entre cimiento y terreno al arranque Grados sexag.	Coefficiente de compresibilidad a 2 m de profundidad daN/cm^2 (b)
I. Rocas en buen estado: Isótropas			30-60		
II. Estratificadas (con algunas grietas) Terrenos no coherentes: a) Gravera arenosa (mínimo 1/3 de volumen de grava hasta 70 mm de tamaño)	1,80-1,90		4-8	20°-22°	
b) Arenoso grueso (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,60-1,80	30°	2-4	20°-25°	8-20
c) Arenoso fino (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,50-1,60		1,5-3		
III. Terrenos no coherentes sueltos: a) Gravera arenosa	1,70-1,80		3-5		
b) Arenoso grueso	1,60-1,70	30°	2-3		
c) Arenoso fino	1,40-1,50		1-1,5		8-12
IV. Terrenos coherentes (a): a) Arcilloso duro	1,80		4	20°-25°	10
b) Arcilloso semiduro	1,80	20°	2	22°	6-8
c) Arcilloso blando	1,50-2,00		1	14°-16°	4-5
d) Arcilloso fluido	1,60-1,70		-	0°	2-3
V. Fangos turbosos y terrenos pantanosos en general	0,60-1,1		(c)		(c)
VI. Terrenos de relleno sin consolidar	1,40-1,60	30°-40°	(c)	14°-20°	(c)

- (a) Duro: Los terrenos con su humedad natural rompen difícilmente con la mano. Tonalidad en general clara.
Semiduro: Los terrenos con su humedad natural se amasan difícilmente con la mano. Tonalidad en general oscura.
Blando: Los terrenos con su humedad natural se amasan fácilmente, permitiendo obtener entre las manos cilindros de 3 mm de diámetro. Tonalidad oscura.
Fluido: Los terrenos con su humedad natural presionados en la mano cerrada fluyen entre los dedos. Tonalidad en general oscura.
(b) Puede admitirse que sea proporcional a la profundidad en que se considere la acción.
(c) Se determinará experimentalmente.

Por lo que la expresión del momento estabilizador debido a las reacciones laterales ($\text{kg}\cdot\text{m}$), queda:

$$M_1 = 139 \cdot a \cdot C_2 \cdot h^4 (\text{kg} \cdot \text{m})$$

Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno

$$M_2 = P \cdot a \cdot \left[0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{2 \cdot a^3 \cdot C_h \cdot 10^6 \cdot \tan \alpha}} \right]$$

Donde:

P= Peso del apoyo y herrajes en kg.

A= anchura de la cimentación (m).

α = ángulo máximo de giro del macizo de hormigón, para $\text{tg } \alpha = 0,01$.

C_h = coeficiente de compresibilidad del terreno a una profundidad de h metros (kg/m^3).

El diseño de las cimentaciones monobloque debe cumplir con la condición de estabilidad indicada en el RLAT, y por tanto la estabilidad del apoyo, al estar confiada a las reacciones horizontales del terreno, está condicionada principalmente a que $\text{tg } \alpha$, sea igual o inferior a 0,01.

Por tanto, debe cumplirse que:

$$M_V = M_1 + M_2, \text{ para } \tan \alpha \leq 0,01$$

Cuando las reacciones laterales del terreno sean mas débiles que las verticales, $M_1 < M_2$, el RLAT en el apartado 3.6.1 de la ITC-LAT 07, indica que se debe considerar un coeficiente de seguridad.

- Hipótesis normales: 1,5
- Hipótesis anormales: 1.2

Por tanto, se tiene:

$$M_1 + M_2 \geq K \cdot M_v$$

Siendo

K= coeficiente de seguridad.

En las correspondientes tablas se indican las dimensiones y volúmenes de excavación de los apoyos, calculadas para 1 tipo de terreno con coeficiente de compresibilidad de 12 kg/cm²x cm, así como la justificación del momento al vuelco de las cimentaciones.

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
3	C2000-14	Normal	Monobloque	1,25	2,27	3,55	3,86

- Hipótesis normales y anormales:

Se aporta la tabla extraída del programa de cálculo, donde se justifica el momento al vuelco de los apoyos.

Apoyo Nº	M1 (Kg*m)	M2 (kg*m)	Mv (kg*m)	M1+M2	Condición M1+M2 >K*Mv	Mv (K=1,5)
3	83.780,72	68,22	8.710,93	83.848,94	CUMPLE	13.066,39

Hipótesis	k
Normales	1,5
Anormales	1,2
Tang (α)	0,01

Condición M1+M2 >Mv	Mv (K=1,2)
CUMPLE	10453,11

19.1 PUESTA A TIERRA APOYOS

19.2 DATOS INICIALES

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto se empleará el procedimiento del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA y sancionado por la práctica.

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U Tensión de servicio de la red (V).
- ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

Duración de la falta:

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

- I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
- t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
- k, α Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a'' Intensidad de arranque del relé de reenganche rápido (A);
- t'' Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.
- k, α Relé a tiempo dependiente. Constantes del relé.
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Para el caso de red con neutro aislado:

- C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu F/Km$.
- L_a Longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

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

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

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

Para el caso de red con neutro a tierra:

R_n Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

X_n Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra

19.1 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

19.1.1 Datos de inicio.

Nivel de tensión (U_n)	20000	V
Intensidad arranque protecciones	5	A
Intensidad de defecto (I_d)	300	A
Resistividad (ρ)	150	ohm*m
Tensión de contacto aplicada admisible (U_{ca} para 1 seg.)	107	V
Resistencia equivalente del calzado (R_{a1}) Persona descalza (jardines, piscinas...) $R_{a1}=0$ Persona con calzado $R_{a1}=1000 - R_{a1}=2000$	2000	Ohmios
Constante característica de curva de protección (k)	13,5	
Factor de tiempo de ajuste de rele de protección (K_v)	0,2	
Depende de la curva característica de disparo seleccionada ($\alpha=1$)	1	

19.1.2 Investigación de las características del terreno. Resistividad.

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1'5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, que además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

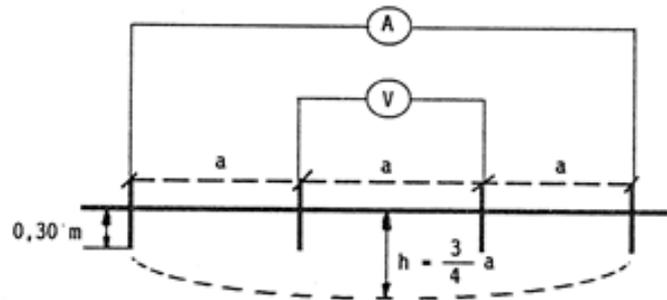
Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Tabla 7. Resistividad del terreno

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

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

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



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

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

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

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

Si denominamos r a la lectura del aparato:

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

la resistividad quedará:

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

siendo:

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

19.1.3 Determinación de la intensidad de defecto

19.1.3.1 Neutro a tierra

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra.

Ello supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que se considerará dicha impedancia.

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

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Siendo:

R_t	Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta, en Ω ,
c	Factor de tensión, $c=1,1$.
I_d	Corriente de defecto en la línea, en A,
R_N	Resistencia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en Ω ,
X_N	Reactancia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en Ω ,

Corriente de defecto de la línea: **111,92 A**

19.1.4 Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas de MT disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

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

Siendo:

I'_d	Intensidad de defecto (A).
I'_a	Intensidad de ajuste del relé de protección (A).
α, k	Constantes características de la curva de protección.
k_v	Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.
t'	Tiempo de actuación del relé de protección (s).

En la tabla siguiente se dan valores de las constantes k y α para los tipos de curva más habituales.

Tabla 11. Curvas de disparo habituales

	Normal inversa ($\alpha = 0,02$)	Muy inversa ($\alpha = 1$)	Extremadamente in- versa ($\alpha = 2$)
k	0,13	13,5	96

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

Tiempo de disparo de la protección (t'): **0,126 seg**

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I_d}{I_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v < 1$$

CUMPLE

19.1.5 Resistencia de tierra de los electrodos

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

Tabla 9. Resistencia electrodos habituales

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

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

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

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

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

Electrodos con picas alineadas

A / BC

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

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del *Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría de UNESA* sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

En función de la geometría del electrodo elegido se obtendrá el factor de resistencia de tierra K_r ($\Omega/\Omega \cdot m$), el valor de resistencia de tierra se obtendrá como:

$$R = \rho K_r$$

Siendo:

- R:** Resistencia de tierra para electrodo elegido,
- ρ :** Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$,
- K_r :** Factor de resistencia.

19.1.6 Cálculo de tierras apoyos no frecuentados

En general, el electrodo a utilizar en este tipo de apoyos será de tipo lineal, con una o varias picas, de forma que la resistencia de puesta a tierra tenga un valor suficientemente bajo que garantice la actuación de las protecciones, en caso de defecto a tierra.

En función del electrodo seleccionado se calcula su resistencia, la intensidad de defecto y el tiempo de actuación de las protecciones de acuerdo a las expresiones de los apartados anteriores.

El diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio, desde el punto de vista de la seguridad de las personas, si se verifica que el tiempo previsto de actuación de las protecciones es inferior a 1 segundo. Si no se cumple esta hipótesis se repetirán los cálculos con una configuración distinta del electrodo de tierra.

Una vez ejecutada la instalación de puesta a tierra de los apoyos no frecuentados se realizarán las medidas de resistencia para verificar que no se alcanzan valores por encima de los proyectados.

Cálculo resistencia de puesta a tierra máxima para asegurar la actuación de las protecciones en un tiempo inferior a 1 segundo

En primer lugar, se debe verificarse que $I_d' > I_a'$ Siendo:

I_d' Intensidad de defecto a tierra en el apoyo objeto de cálculo (A)

I_a' Intensidad de ajuste del relé de protección (A).

Instalaciones con neutro aislado

Teniendo en cuenta que el ajuste de las protecciones dispone de desconexión automática inmediata (inferior a 1 segundo), el valor de la resistencia de puesta a tierra máximo para apoyos no frecuentados será aquel que verifique:

$$I_d' > I_a'$$

$$\frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}} > I_a'$$

El valor de la resistencia de puesta a tierra máximo para apoyos no frecuentados será aquel que verifique:

$$\frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t')^2 + X_n^2}} > I_a' \sqrt{k \cdot k_v + 1}$$

Corriente de defecto de la línea: **111,92 A**

Valor de resistencia de puesta a tierra máximo: **18,5**

Por lo tanto, se cumple el criterio.

19.1.7 Cálculo de tierras apoyos no frecuentados

El diseño del sistema de puesta a tierra de este tipo de apoyos debe ser verificado según se indica en el apartado 7.3.4.3. 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:

4. Cuando se aíslen 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.
5. 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.).
6. Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes 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:

a.1 Apoyos frecuentados con calzado. Se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, Ra1, y la resistencia a tierra en el punto de contacto, Ra2. Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1000 Ω.

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1,5p_s$$

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.

a.2 Apoyos frecuentados sin calzado. se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, Ra2. La resistencia adicional del calzado, Ra1, será nula.

$$R_a = R_{a2} = 1,5p_s$$

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

En el caso de tratarse de apoyos frecuentados definidos en el apartado 7.3.4.2, el criterio para la seguridad de las personas debe ser cuidadosamente comprobado.

El electrodo seleccionado para este caso tiene las siguientes propiedades:

Tipo electrodo	Picas en rectángulo 30-30/5/42	
Configuración	3x3	m
Sección del conductor de cobre	50	mm²
Profundidad del electrodo	0,5	m
Número de picas	4	ud

Longitud de las picas		2	m
- Parámetro característico de la resistencia	k_r	0,4789	$\Omega/\Omega \cdot m$
	$K_p=k_c$	0.0723	$\Omega/\Omega \cdot m$

$$R_N = 40 \Omega$$

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0,4789 \cdot 200 = 95,78 \Omega$$

El valor de la intensidad de defecto es igual a la intensidad de puesta a tierra, I_E cuyo valor es:

$$I_d = I_E = \frac{c \cdot \frac{U_s}{\sqrt{3}}}{\sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

$$I_d = I_E = \frac{1,1 \cdot \frac{20.000}{\sqrt{3}}}{\sqrt{0 + (40 + 95,78)^2}} = \frac{12.701}{135,78} = 93,55 A$$

Donde:

- R_t : Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta. I_d , I_E : Corriente de defecto en la línea.
- R_N : Resistencia de puesta a tierra del neutro en la subestación. X_N : Reactancia de puesta a tierra del neutro en la subestación. U_s : Tensión de servicio.

Nótese que el factor de tensión $c = 1,1$, según Norma UNE-EN 60909-1, tiene en cuenta, la variación de la tensión en el espacio y en el tiempo, la tolerancia de la impedancia de puesta a tierra, los cambios eventuales en las conexiones de los transformadores, y el comportamiento subtransitorio de los alternadores y motores.

- En primer lugar, se debe verificarse que $U_c > U'c$ Siendo:

U_c Tensión de contacto máxima admisible (V)

$U'c$ Tensión de contacto (V)

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \cdot \rho_s}{1.000} \right]$$

$$U_c = 107 \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot 200}{1000} \right] = 246,1 (V)$$

Donde:

U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible para 1s (V)
 R_{a1} Resistencia equivalente del calzado
 ρ_s Resistividad ($\Omega \cdot m$)

$$U'_c = I'_d \cdot \rho \cdot K_c$$

$$U'_c = 93,55 \cdot 200 \cdot 0,0723 = 1.352,73 \text{ (V)}$$

Donde:

U'_c Tensión de contacto (V)
 I'_d Corriente de defecto en la línea (A)
 ρ Resistividad ($\Omega \cdot m$)
 K_c Coeficiente de tensión de contacto.

- En segundo lugar, se debe verificarse que $U_p > U'_p$ Siendo:

U_p Tensión de paso máxima admisible (V)

U'_p Tensión de paso (V)

$$U_p = 10U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{4.000 + 6\rho_s}{1.000} \right]$$

$$U_p = 10 \cdot 107 \cdot \left[1 + \frac{4.000 + 6 \cdot 200}{1000} \right] = 6.634 \text{ (V)}$$

Donde:

U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible para 1s (V)
 ρ Resistividad ($\Omega \cdot m$)

$$U'_p = I'_d \cdot \rho \cdot K_p$$

$$U'_p = 93,95 \cdot 200 \cdot 0,0723 = 1.352,73 \text{ (V)}$$

Donde:

I'_d Corriente de defecto en la línea (A)
 ρ Resistividad ($\Omega \cdot m$)
 K_p Coeficiente de tensión de paso

Condición a cumplir:					
$U'_c \leq U_c$	U'_c	1.352,73	U_c	246,1	NO CUMPLE
$U'_p \leq U_p$	U'_p	1.352,73	U_p	6.634	CUMPLE

Dado que no es posible conseguir valores seguros de contacto, se toman medidas adicionales para evitar tensiones de contacto peligrosas, por ello se propone tomar una de las dos soluciones siguientes:

1. Construyendo una superficie equipotencial bajo el apoyo mediante un mallado soldado eléctricamente y embebido en hormigón.
2. Instalación de sistema antiescalo con placas aislantes o metálicas con aislamiento, o bien construcción fábrica de ladrillo para impedir el contacto con partes metálicas puestas a tierra según ITC-LAT-07; Apto 7.3.4.3.

En nuestro caso se utilizará la segunda solución.

20 CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

20.1 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

20.1.1 Introducción

El cálculo de la instalación de puesta a tierra de los CT se realizará según 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.

20.1.2 Características generales de la instalación

20.1.2.1 Puesta a tierra de protección

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

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.

- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

20.1.2.2 Puesta a tierra de servicio

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

20.1.3 Datos iniciales

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U Tensión de servicio de la red (V).
- U_{bt} Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).
- P Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).
- Duración de la falta:
- Tipo de relé para desconexión inicial (tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
- t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
- k, α Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a'' Intensidad de arranque del relé tras el reenganche rápido (A);
- t'' Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.
- k, α Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Para el caso de red con neutro aislado:

- C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu F/Km$.
- L_a Longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).
- C_c Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta $C_c=0,25 \mu F/Km$.
- L_c Longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

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

Para el caso de red con neutro a tierra:

Rn Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

Xn Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

20.1.4 Cálculos de la puesta a tierra

20.1.4.1 Investigación de las características del terreno. Resistividad

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1'5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, que además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

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

Tabla 1. Resistividad del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceo	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800

Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

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

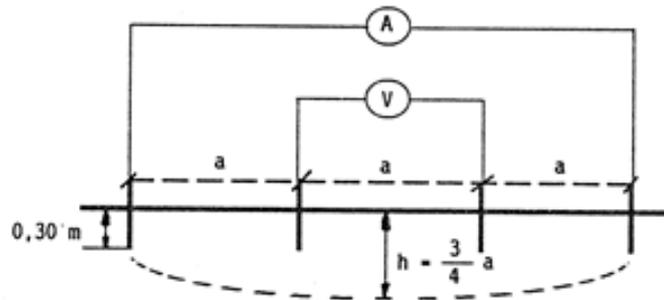


Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno

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

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

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

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

Si denominamos r a la lectura del aparato:

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

la resistividad quedará:

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

siendo:

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

20.1.5 Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación de defecto

20.1.5.1 Resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del CT

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

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

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

$$R_t \leq \frac{U_{bt}}{I_d}$$

20.1.5.2 Determinación de la intensidad de defecto

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

20.1.5.2.1 Neutro aislado

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación que alimenta el CT.

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

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

en la que:

c Factor de tensión, $c=1'1$.

I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).

R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).

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

20.1.5.2.2 Neutro a tierra

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo

que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que si se considerará dicha impedancia.

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

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Donde:

- I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- c Factor de tensión, $c=1,1$.
- R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).
- R_n Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).
- X_n Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

20.1.6 Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas de MT que alimentan los CT disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

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

Relés a tiempo independiente:

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

$$t' = cte.$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

Siendo:

- I'_d Intensidad de defecto (A)
- I'_a Intensidad de ajuste del relé de protección (A)
- α, k Constantes características de la curva de protección
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección
- t' Tiempo de actuación del relé de protección (s)

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

Tabla 2. Curvas de disparo habituales

	Normal inversa ($\alpha = 0,02$)	Muy inversa ($\alpha = 1$)	Extremadamente inversa ($\alpha = 2$)
k	0,13	13,5	96

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

Relé a tiempo independiente:

$$t' = cte.$$

Relé a tiempo pendiente

$$t'' = \frac{k}{\left(\frac{I_d}{I_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más de la desconexión posterior e reenganche típico.

20.1.7 Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra. Selección del electrodo

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

Tabla 3. Resistencia electrodos habituales

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
- ρ Resistividad del terreno de $\Omega \cdot m$.
- L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.

r Radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

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

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).

B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).

C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).

D Número de picas.

E Longitud de las picas (m).

Electrodos con picas alineadas

A / BC

A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).

B Número de picas.

C Longitud de las picas (m).

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

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

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA sus parámetros característicos:

K_r Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$)

K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

K_c Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

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

A continuación se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t'), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (U_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

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

Intensidad de defecto a tierra:

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

$$\text{Para neutro a tierra: } I_d' = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_n^2 + (R_n + R_t')^2}}$$

Tensión de defecto

$$U_d' = R_t' \cdot I_d'$$

En general, la tensión de paso en el exterior (U_p') y la tensión de contacto (U_c') se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso máxima:

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

Tensión de contacto máxima:

$$U_c' = I_d' \cdot \rho \cdot K_c$$

Además, al existir un malazo equipotencial en la solera del CT conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior, por lo tanto:

Tensión de paso máxima en el acceso:

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

Debido a la existencia del mallazo equipotencial, no se considera necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior del CT, que serán prácticamente nulas.

La tensión de contacto en el exterior también se considera nula puesto que las partes metálicas accesibles no están conectadas a la red de tierra de protección.

20.1.9 Agrupación de electrodos en paralelo

Cuando no sea posible alcanzar un valor de resistencia de puesta a tierra adecuado que verifique que las tensiones de paso y contacto sean admisibles utilizando un solo electrodo, se agruparán varios electrodos en paralelo. En este caso se procederá de la siguiente manera:

La resistencia equivalente del electrodo (R'_t) resultante de la agrupación en paralelo de los N electrodos individuales se obtendrá a partir de la resistencia de cada electrodo individual (R'_{ti}) mediante la expresión:

$$R'_t = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{R'_{ti}}}$$

Si suponemos la resistividad del terreno constante alrededor del CT, la resistencia individual de cada electrodo dependerá de su valor unitario de resistencia (K_{ri}) que será diferente según su configuración geométrica:

$$R'_{ti} = \rho \cdot K_{ri}$$

Con lo que resulta:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{K_{ri}}}$$

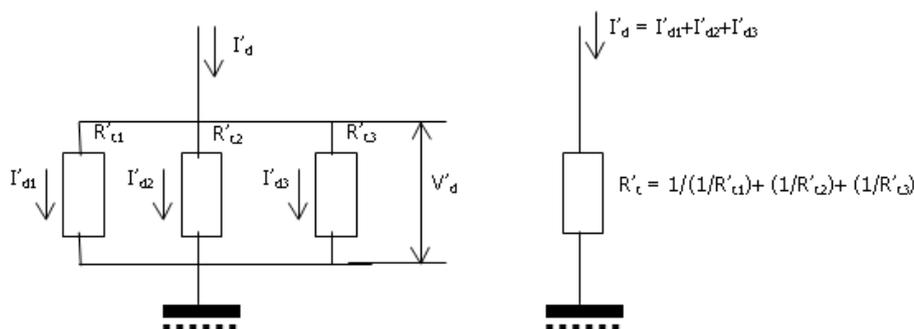
Dado que los electrodos se conectan en paralelo, la tensión de defecto será la misma para todos ellos y se calculará como el producto de la resistencia equivalente y la intensidad de defecto total obtenida mediante las expresiones dadas en el apartado anterior según el modo de instalación del neutro de la red (neutro aislado o a tierra):

$$U'_d = R'_t \cdot I'_d$$

La corriente de defecto que atravesará cada uno de los electrodos individuales será inversamente proporcional a su resistencia de puesta a tierra:

$$I'_{di} = \frac{U'_d}{R'_{ti}}$$

Figura 2.- Circuito equivalente. Agrupación de electrodos en paralelo.



La tensión de paso en la superficie sobre cada electrodo puede considerarse, con suficiente aproximación, igual a la calculada a partir de su valor unitario de tensión de paso exterior (K_{pi}) y de la intensidad de defecto que lo atraviesa (I_{di}'):

$$U'_{pi} = K_{pi} \cdot \rho \cdot I'_{di}$$

Se adoptará como tensión de paso de cálculo (U'_p) el máximo de los valores de las tensiones de paso para cada electrodo individual:

$$U'_p = \text{máx} (U'_{pi})$$

De manera análoga calcularemos la tensión de paso en el acceso ($U_{p(acc)'}'$) como:

$$U'_{p(acc)i} = K_{ci} \cdot \rho \cdot I'_{di}$$

$$U'_{p(acc)} = \text{máx} (U'_{p(acc)i})$$

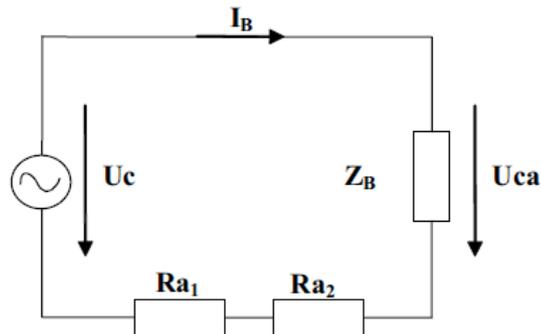
20.1.10 Valores máximos de tensión admisibles

De acuerdo a lo establecido en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta (calculada en el apartado 4.2.2), según se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 4. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 1 ITC-LAT 13

Duración de la falta t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

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



Donde:

- U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible
- U_{pa} Tensión de paso aplicada admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ según ICT-RAT-13)
- Z_B Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000Ω)
- I_B Corriente a través del cuerpo
- U_c Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
- U_p Tensión de paso máxima admisible en la instalación
- R_{a1} Resistencias adicionales (calzado)
- R_{a2} Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

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

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

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

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000Ω
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N , lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de $3 \cdot \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del terreno.

Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000Ω para esta resistencia.

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

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

Siendo:

C_s	Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial
ρ	Resistividad del terreno natural
ρ^*	Resistividad de la capa superficial
h_s	Espesor de la capa superficial en m.

20.1.11 Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas

20.1.12 Seguridad para las personas

20.1.13 Tensiones de paso y contacto en el interior del CT

La solera del CT estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, por tanto, no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas.

20.1.14 Tensión de contacto en el exterior del CT

Las puertas y rejas metálicas que dan al exterior del CT no tienen contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no es necesario realizar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

20.1.15 Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT

La tensión de paso en el exterior del CT, calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso: $U'_p \leq U_p$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al CT para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$U'_{p(acc)} \leq U_{p(acc)}$$

20.1.16 Protección del material

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

$$U'_d \leq U_{bt}$$

20.1.17 Garantía de eliminación de la falta

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I'_d > I'_a \text{ y } I''_d > I''_a$$

20.1.18 Corrección y ajuste del diseño inicial

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

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R'_t , y en consecuencia los valores de U_p y $U_{p(acc)}$.

20.1.19 Cálculo de la puesta a tierra del servicio

Como ya se ha indicado anteriormente, para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de servicio de 37Ω .

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

$$K'_r = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (*Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*) de manera que su valor unitario de resistencia (K''_r) cumpla la condición:

$$K''_r \leq K'_r$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R'_{bt}) es menor de 37Ω :

$$R'_{bt} = K''_r \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

20.1.20 Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección y servicio

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio requerida para garantizar que, ante posibles defectos a tierra, no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

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

siendo:

- D Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m)
- ρ Resistividad media del terreno ($\Omega \cdot m$)
- I_d Intensidad de defecto (A)

U_i Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de servicio (V). Se adopta $U_i = 1000$

20.1.21 Sistema único para las puestas a tierra de protección y servicio

Si se cumple que la elevación de potencial, como consecuencia de un eventual defecto a tierra en las instalaciones de MT del CT, es inferior o igual a 1.000 V, se podrá prescindir de la tierra de servicio y conectar el neutro de la baja tensión del transformador a la tierra de protección del CT.

$$R \cdot I_d \leq 1.000V \rightarrow \text{tierra única}$$

siendo:

R Resistencia de puesta a tierra de protección (Ω)
 I_d Intensidad de defecto (A)

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

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

De la red:

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

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

Según el apartado 2 de la ITC-RAT 13, se indica la necesidad de investigar las características del terreno, para realizar el proyecto de una instalación de tierra. Sin embargo, en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1.500 A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y estimando una resistividad media superficial de:

Resistividad del terreno ρ	200	Ωm
---------------------------------	-----	------------

Datos facilitados por la compañía suministradora.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente), para nuestro caso, tenemos relés digitales a tiempo dependiente que varían según su curva de actuación, haciendo referencia a la norma UNE-EN 60255-127:2014.

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior o igual a 0,5 s, para nuestro caso, los tiempos de reenganche de las protecciones son superiores a 0,5 s, por tanto este valor no influirán en los cálculos.

Según la compañía EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.S.L.U., en su distribución a la tensión normalizada de 20 kV, tiene conectados los neutros de los transformadores de las Subestaciones que alimentan preferentemente líneas aéreas y subterráneas, mediante resistencias de 40 ohmios.

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

Tensión nominal	U	20.000	V
Puesta a tierra del neutro	A tierra - Resistencia		
Intensidad máx. de cortocircuito trifásico	I _{ccmáx}	14,433	kA
Tiempo máximo de desconexión para ICCmáx	t _{iccmáx}	1	s
Intensidad máx. de cortocircuito monofásico	I _{cc1Fmáx}	200	A
Tiempo máximo de desconexión para ICCmáx	t _{iccc1Fmáx}	1	s
Factor de tensión (UNE-EN 60909-1)	C	1,1	
Resistencia del neutro de los transformadores de las Subestación	R _n	40	Ω
Desconexión inicial			
Tiempo máximo de disparo protección y eliminación del defecto	t	1	s
Intensidad de arranque de las protecciones	I _a	5	A
Factor de tiempo de ajuste de relé de protección	k	1	

Intensidad máxima de defecto:

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

Donde:

U_n Tensión de servicio [V]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

Id max cal. Intensidad máxima calculada [A] La Id máx. en este caso será:

Id max. Calculada = **38,68 A**

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

Id máx compañía = **200 A**

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

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$ Puesta a tierra del neutro:
- Resistencia del neutro $R_n = 40 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 0 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 200 \text{ A}$ Tipo de protección:
- Intensidad de arranque $I_a = 5 \text{ A}$
- Parámetro del relé $K' = 13,5$
- Parámetro del relé $n' = 1$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 200 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

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

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

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

Donde:

- U_n tensión de servicio [V]

- Rn resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- Xn reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- Id intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 38,68 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 258,56 \text{ Ohm}$$

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

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

- Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]
- Kr coeficiente del electrodo

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

$$R_t = 258,56 \text{ Ohm}$$

$$R_o = 200 \text{ Ohm·m}$$

$$K_r \leq 1,29$$

La configuración adecuada para este caso es la siguiente:

La configuración de la puesta a tierra de protección para este caso tendrá las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-25/5/42

- Geometría del sistema: Anillo rectangular
 - Distancia de la red: 7 x 2,5 m
 - Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
 - Número de picas: 4
 - Longitud de las picas: 2 metros
- Parámetros característicos del electrodo:
- De la resistencia $K_r = 0,08400$
 - De la tensión de paso $K_p = 0,01860$
 - De la tensión de contacto $K_c = 0,04090$
 - Distancia entre tierras $\geq 6,47$ m

La configuración de la puesta a tierra de servicio para este caso tendrá las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/42
- Geometría del sistema: Picas alineadas
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: 2
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,104$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0184$
- Distancia entre tierras $\geq 6,05$ m

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

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

- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

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

Por lo tanto para el centro de transformación:

- $R'_t = 16,8 \text{ Ohm}$

Y la intensidad de defecto real:

- $I'_d = 203,29 \text{ A}$

Resultados del Cálculo de las tensiones de paso en el interior y exterior de la instalación:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \cdot \rho_s}{1.000} \right]$$

$$U_c = 107 \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot 200}{1000} \right] = 246,10 \text{ (V)}$$

Donde:

- U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible para 1s (V)
- R_{a1} Resistencia equivalente del calzado
- ρ_s Resistividad ($\Omega \cdot m$)

$$U'_c = I'_d \cdot \rho \cdot K_c$$

$$U'_c = 203,29 \cdot 200 \cdot 0,041 = 1.666,97 \text{ (V)}$$

Donde:

- U'_c Tensión de contacto (V)
- I'_d Corriente de defecto en la línea (A)

ρ Resistividad ($\Omega \cdot m$)
 K_c Coeficiente de tensión de contacto.

- En segundo lugar, se debe verificarse que $U_p > U'_p$ Siendo:

U_p Tensión de paso máxima admisible (V)

U'_p Tensión de paso (V)

$$U_p = 10U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{4.000 + 6\rho_s}{1.000} \right]$$

$$U_p = 10 \cdot 107 \cdot \left[1 + \frac{4.000 + 6 \cdot 200}{1000} \right] = 6.634,00 \text{ (V)}$$

Donde:

U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible para 1s (V)
 ρ Resistividad ($\Omega \cdot m$)

$$U'_p = I'_d \cdot \rho \cdot K_p$$

$$U'_p = 203,29 \cdot 200 \cdot 0,0186 = 756,238 \text{ (V)}$$

Donde:

I'_d Corriente de defecto en la línea (A)
 ρ Resistividad ($\Omega \cdot m$)
 K_p Coeficiente de tensión de paso

En el caso de que una persona pudiera estar pisando zonas de diferentes resistividades con cada pie, por ejemplo, en el caso de un centro de transformación con acera perimetral, con un pie en la acera y otro en el terreno, la tensión de paso de acceso máxima admisible tiene como valor:

$$U_{p,acceso} = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s^*}{Z_B} \right] \text{ (V)}$$

Donde:

ρ_s^* , es la resistividad de la capa superficial (material constituyente de la acera perimetral, normalmente de hormigón). El valor considerado para el hormigón es de $3000 \Omega \cdot m$.

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno, en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de resistividad elevada, se multiplicara el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, normalmente hormigón, por un coeficiente reductor.

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

$$\rho_s^* = C_s \cdot \rho_h$$

- Cs = Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
- hs = espesor de la capa superficial, en metros.
- ph = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm.
- ps* = Resistividad de la capa superficial, en Ωm.

$$C_s = 1 - 0,106 * \left(\frac{1-p/ph}{2hs+0,106} \right) = 1 - 0,106 * \left(\frac{1-\frac{200}{3000}}{2*0,1+0,106} \right) = 0,6767$$

$$p_s = C_s * p_h = 0,6767 * 3.000 = 2.230,10 \Omega m$$

$$U_{p,acceso} = 10 \cdot 107 \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot 2.230,10}{1000} \right] (V)$$

$$U_{p,acceso} = 12.509 (V)$$

Condición a cumplir:					
$U'_c \leq U_c$	U'_c	1.666,97	U_c	246,10	NO CUMPLE
$U'_p \leq U_p$	U'_p	756,238	U_p	6.634	CUMPLE
$U'_p \leq U_{p,acceso}$	U'_p	1.666,97	$U_{p,acceso}$	12.509	CUMPLE

Dado que no es posible conseguir valores seguros de contacto, se toman medidas adicionales para evitar tensiones de contacto peligrosas, por ello se propone tomar la siguiente solución:

- Construyendo una superficie equipotencial bajo el centro de transformación mediante un mallado soldado eléctricamente y embebido en hormigón.

20.2 CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

20.2.1 Introducción

La evacuación del calor generado por el transformador en el interior del CT se efectuará, según lo previsto en la ITC-RAT 14 "Instalaciones eléctricas de interior", apartado 4.4, utilizando preferentemente un sistema de circulación de aire mediante ventilación natural.

El flujo de aire se establecerá por la diferencia de temperaturas del aire en la entrada y en la salida, debidas al calentamiento del aire en el interior del CT producido por las pérdidas del transformador. El proceso de convección, que tiene lugar alrededor de los radiadores del transformador, se establece una corriente de aire ascendente, provocando la entrada de aire más frío por las rejillas inferiores y la salida del aire caliente por las rejillas situadas en la parte más alta del CT. Dichas

rejas se colocarán, en la medida de lo posible, sobre muros opuestos, y se situarán en las fachadas orientadas hacia la vía pública o patios interiores, cumpliendo en todo caso lo establecido en el CTE DB-SI.

20.2.2 Ventilación Natural

Para el cálculo de la sección de las rejas de ventilación se utiliza la siguiente expresión que calcula dicha sección en función de la potencia calorífica evacuada por la circulación natural de aire, desde un recinto interior caliente al exterior a través de dos huecos (uno de entrada y otro de salida) de igual sección, cerrados mediante rejas:

$$S = \frac{P}{0.24 \cdot \lambda \cdot \sqrt{H(t_i - t_e)^3}}$$

siendo:

- P Potencia calorífica evacuada (kW)
- λ Coeficiente de forma de las rejas de ventilación (se toma $\lambda=0.4$)
- S Superficie del hueco de entrada de aire (m²). Se supone igual la sección de entrada y salida de aire.
- H Distancia vertical entre los centros geométricos de los huecos de entrada y salida de aire (m)
- t_i Temperatura en el interior del recinto (°C)
- t_e Temperatura media en el exterior (°C)

Si aplicamos dicha expresión a un CT, la potencia calorífica evacuada debe coincidir con las pérdidas del transformador, que se calculan como la suma de las pérdidas en el hierro (W_{Fe}) más las pérdidas en el cobre (W_{Cu}) del transformador a plena carga:

$$P = W_{Fe} + W_{Cu}$$

Aplicando la fórmula para el máximo transformador previsto en el presente Proyecto Tipo, 630 kVA (24 kV) con unas pérdidas totales máximas (P) de 7,1 kW, considerando un salto térmico de 15 °C y una altura entre rejas H de 1 m., se requiere una sección mínima de 1,079 m² para la correcta ventilación del local.

Superficie de Ventilacion > Superficie del hueco	1,82	>	1,075935431
--	------	---	-------------

Las dimensiones de las rejas de ventilación de las puertas del CT y de la fachada del CT, cumplen con la condición de sección mínima de ventilación, tal y como se puede ver en el documento planos.

20.3 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada: 630 A.

Límite térmico, 1s: 14,43 kA eficaces.

Límite electrodinámico: 50 kA cresta.

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

20.3.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por VEI conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

20.3.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{max} \leq \frac{(i_{ccp}^2 \cdot L^2)}{(60 \cdot d \cdot W)}$$

siendo:

σ_{max} : Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 kg/cm².

i_{ccp} : Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L: Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d: Separación entre fases, en cm.

W: Módulo resistente de los conductores, en cm³.

20.3.3 Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina con la siguiente expresión:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\frac{\Delta t}{\tau}}$$

siendo:

I_{th} : Intensidad eficaz, en A.

α : 13 para el Cu.

S: Sección del embarrado, en mm².

t : Elevación o incremento máximo de temperatura, 150° para Cu.

Δt : Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

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

$I_{th} \geq 20$ kA durante 1s.

20.3.4 Selección de las protecciones de media y baja tensión

El transformador está protegido tanto en alta tensión como en baja tensión. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a este transformador mientras que en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección en AT.

La protección del transformador en media tensión de este CT se realizará utilizando fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger, según las Normas particulares de Endesa capítulo IV punto 2.3.3 el amperaje de los fusibles se elegirá de acuerdo con la tabla siguiente.

Fusibles del cuadro de baja tensión:

Tabla 2.3.3

	Potencia del transformador (kVA)						
Tensión (kV)	50	100	160	250	400	630	1.000

25	5	10	16	20	32	40	63
20	5	10	20	32	40	63	63
15,4	10	16	20	40	63	63	100
10	10	20	32	40	63	100	100
5	20	40	63	100	100	---	---

Potencia (kVA)	Tensión (kV)	In fusibles (A)
630	20	63

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión del transformador según RU6302 actualmente se instalará 1 cuadro de BT con su respectiva ampliación. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.

Puentes de Baja tensión.

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT se calcula mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

siendo:

- S Potencia nominal del transformador (kVA).
- Us Tensión del primario del transformador (BT) en kV.
- Is Intensidad del secundario del transformador (BT) en A.

Dado los datos de la instalación proyectada (Tensión nominal del secundario 0,40 kV y potencia del transformador 630 kVA) la intensidad nominal del secundario es 910 A.

Intensidad máxima

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm² de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ($I_{m\acute{a}x}$) es de 420 A.

El cálculo de las conexiones de BT se realiza a 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 $f_1=0,90$ (Tabla 13).

Potencia del trafo (KVA)	Tensión del secundario				
	Composición del puente – mm2 Al (fase+neutro)	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	f1	I_{adm} (A) $I_{adm} = f_1 \cdot I_{m\acute{a}x}$
50	3x1x240+1x240	72	420	0,9	378
100	3x1x240+1x240	144	420	0,9	378
160	3x1x240+1x240	231	420	0,9	378
250	3x1x240+1x240	361	420	0,9	378
400	3x1x240+1x240	577	840	0,9	756
630	3x1x240+1x240	909	1.260	0,9	1.134
1.000	3x1x240+1x240	1.443	1.680	0,9	1.512

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

Puentes de Media tensión:

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

$$I_P = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_P}$$

siendo:

- S Potencia del transformador en kVA.
- U_P Tensión del primario del transformador (MT) en kV.
- I_P Intensidad del secundario del transformador (MT) en A.

Aplicando los valores del proyecto (S=630 kVA y $U_P= 20$ kV) se obtiene un valor de intensidad de 18,19 A.

20.3.5 Dimensionado de las conexiones MT

Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y las celdas seguirán como referencia las especificaciones de la Norma **GSC001 “TECHNICAL SPECIFICATION OF MEDIUM VOLTAGE CABLES WITH RATED VOLTAGE U0/Uc(Um) 8,7/15(17,5) kV, 12/20(24) kV, 15/25(31) kV, 18/30(36) kV AND 20/34,5(37,95) kV”** :

El conductor será:

Tensión nominal de la red ≤ 20 kV: tensión de aislamiento 12/20 kV y de 95 mm² de sección mínima.

Las intensidades máximas admisibles de las secciones indicadas en dicho apartado son las que figuran en la siguiente tabla. Se han 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
	Cable aislado con XLPE
95	255
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del aire: 40° C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo. - Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a **18,19 A** según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a las máximas admisibles por los cables seleccionados en consecuencia no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

20.3.6 Foso de aceite

Al utilizarse aparatos o transformadores que contienen más de 50 litros de aceite mineral, se dispone de un foso de recogida de aceite con revestimiento resistente y estanco.

20.4 CÁLCULOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO DEL CT.

20.4.1 Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, estas se dimensionarán 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, del 9 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, junto con el apartado 2.2.5 del capítulo IV de las Normas Particulares de Endesa.

La normativa Endesa establece que el centro de transformación debe de llevar las medidas de aislamiento así como medidas vibratorias de forma que con el CT en servicio, no se transmitan niveles superiores a los admitidos por las Ordenanzas municipales o en su caso 40 y 30 decibelios A, respectivamente, según recomienda la Normativa Básica de la Edificación.

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 homologados por Endesa. 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.

El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12 y los documentos ENDESA FGA001 y FGH005.

La instalación objeto de este proyecto, tendrá que cumplir, una vez se realice la reforma, con lo objetado en las tablas B1 y B2 del Anexo III del Real Decreto 1367/2007. Finalizada la instalación del nuevo transformador, se realizará la medición de ruidos para comprobar que cumple con los valores máximos permitidos.

20.4.2 Descripción de la actividad

La actividad desarrollada es la de centro de transformación MT/BT, sin presencia de personal – solo de forma ocasional para mantenimiento y con funcionamiento las 24 horas del día y 365 días al año.

20.4.3 Descripción del local

El Centro de Transformación es de tipo prefabricado PFU-5. Es de planta rectangular de dimensiones interiores de 5,90 m de largo y 2,20 m de ancho, y una altura libre vista de 2,25 m. Todos los cierres son de hormigón armado vibrado de 8 cm de ancho con un acabado de pintura acrílica rugosa.

20.4.4 Caracterización del entorno

En cuanto al entorno exterior, el local está situado en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo (Málaga). El local del Centro de Transformación no confronta con ningún local, situado a unos 5 metros aproximadamente de los edificios colindantes, siendo este un CD aislado.

20.4.5 niveles máximos permitidos de inmisiones

- Los niveles máximos de inmisiones sonoras al exterior serán los indicados en la tabla B1 del Anexo III del Real Decreto 1367/2007.

Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades

	Tipo de área acústica	Índices de ruido		
		L _{K,d}	L _{K,e}	L _{K,n}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	65	65	55

- Los niveles máximos de inmisiones sonoras en los locales colindantes serán los indicados en la tabla B2 del Anexo III del Real Decreto 1367/2007.

Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L _{K,d}	L _{K,e}	L _{K,n}
Residencial.	Zonas de estancias.	40	40	30
	Dormitorios.	35	35	25
Administrativo y de oficinas.	Despachos profesionales.	35	35	35
	Oficinas.	40	40	40
Sanitario.	Zonas de estancia.	40	40	30
	Dormitorios.	35	25	25
Educativo o cultural.	Aulas.	35	35	35
	Salas de lectura.	30	30	30

- Los niveles máximos de inmisiones por vibraciones en el interior de los edificios serán los indicados en tabla C del Anexo II del Real Decreto 1367/2007.

Tabla C. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales

Uso del edificio	Índice de vibración L _{aw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Para nuestro CD no es aplicable la tabla nº C ya que no se encuentra en un recinto habitable.

20.4.6 Niveles mínimos de aislamiento acústico de los cierres

Debido a que el centro de transformación objeto se encuentra aislado rodeado de edificios próximos, en el exterior de la calle será necesario realizar un estudio, para ello es aplicable el documento DB-HR del código técnico donde establece la protección frente al ruido procedente del exterior:

Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:

– El aislamiento acústico a ruido aéreo, DnT,A, entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.

Consideraciones constructivas de aislamiento propuesto por la normativa particular de Endesa

Aislamiento de paredes.

Para CT existentes se ejecuta una proyección de lana de roca sobre una malla metálica anclada a las paredes para conseguir la atenuación deseada.

Aislamiento de techos.

Para CT existentes se ejecuta una proyección de lana de roca sobre una malla metálica anclada al techo del espesor necesario para conseguir la atenuación deseada.

Aislamiento de puertas

Para CT existentes se ejecuta placas de lana de roca (5 cm), mediante perfiles ligeros, en las puertas. Para atenuar lo máximo posible el ruido al exterior.

En el centro de transformación objeto, cumple con las condiciones mínimas exigibles de ruido como se verá a continuación, por lo que no será necesario aislar el CT.

20.4.7 Índice sonoro

La principal fuente de ruido y vibraciones del centro de transformación es el transformador. Los niveles de presión sonora máximos que se pueden dar son los indicados en el punto 5 del ITC RAT 07, y que figuran en la siguiente tabla:

Potencia del transformador (kVA)	Nivel de presión sonora L_{pA} (dbA) dB. $U_m \leq 24$ kV	Nivel de presión sonora L_{pA} (dbA) dB. $U_m = 36$ kV
100	44	54
250	50	60
400	53	63
630	55	65
1000	58	67

El ruido producido por el transformador tiene componentes tonales emergentes y componentes de baja frecuencia. El índice de ruido $L_{Keg,T}$, es el nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A, ($L_{Aeg,T}$), corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y por componentes impulsivos, según la expresión siguiente:

$$L_{Keg,T} = L_{Aeg,T} + K_t + K_f + K_i$$

Dónde:

- K_t Corrección por razón de componentes tonales
- K_f Corrección por razón de componentes de baja frecuencia
- K_i Corrección por razón de componentes impulsivos

La tabla de características técnicas del fabricante tiene en cuenta estos parámetros, para nuestro proyecto se pretende instalar un transformador de potencia 630 kVA tipo B2, de la compañía suministradora Ormazabal, nivel de aislamiento 24 kV. La tabla de características técnicas es la siguiente:

Características eléctricas		24 kV: C ₀ B _k (CC')									
Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500(*)
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]	20									
	Secundaria en vacío [V]	420									
Grupo de Conexión		Dyn11									
Pérdidas en Vacío - P ₀ [W]	Lista C ₀	425	610	720	860	930	1100	1350	1700	2100	2500
Pérdidas en Carga - P _k [W]	Lista B _k	2750	3850	4600	5400	7000	9000	11000	14000	18000	22000
Impedancia de Cortocircuito [%] a 75°C		4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
Nivel de Potencia Acústica L _{wA} [dB]	Lista C ₀	55	58	59	60	61	63	64	66	68	71
Caída de tensión a plena carga (%)	cosφ=1	1.17	1.04	1.00	0.93	1.05	1.08	1.06	1.05	1.08	1.06
	cosφ=0.8	3.22	3.13	3.10	3.06	4.35	4.37	4.38	4.35	4.35	4.35
	CARGA 100%	cosφ=1	98.75	98.90	98.95	99.02	99.02	99.00	98.98	99.03	99.03
	cosφ=0.8	98.44	98.63	98.69	98.77	98.78	98.75	98.73	98.79	98.79	98.79
Rendimiento (%)	CARGA 75%	cosφ=1	98.96	99.08	99.13	99.18	99.20	99.19	99.17	99.21	99.21
	cosφ=0.8	98.70	98.86	98.91	98.98	99.00	98.98	98.97	99.01	99.02	99.02

Dimensiones [mm]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
A (Largo)		1376	1537	1622	1569	1997	1997	2007	1965	1965	2480
B (Ancho)		930	941	962	962	1200	1200	1182	1277	1277	1426
C (Alto a tapa)		915	1004	1092	1169	1158	1158	1373	1671	1715	1836
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)		1300	1389	1477	1554	1543	1543	1758	2056	2100	2221
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)		1004	1093	1181	1258	1247	1247	1462	1760	1804	1925
D2 (Alto a BT con Palas)		1149	1238	1353	1430	1491	1491	1706	2040	2084	2266
F (separación MT)		275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
H (separación entre BT)		150	150	150	150	150	150	150	200	200	200
J (Distancia entre ruedas)		670	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
K (ancho rueda)		40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Ø (diámetro rueda)		125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
L (Rueda)		110	110	110	110	110	110	165	165	165	165
Volumen Aceite [Litros]		260	325	390	390	520	500	660	1200	1245	1340
Peso total [Kg]		1100	1420	1810	1920	2530	2560	3200	4950	5150	5750

Niveles máximos permitidos de inmisión:

Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicable a infraestructuras portuarias y a actividades

Tipo de área acústica		Índices de Ruido		
		L _{k,d}	L _{k,e}	L _{k,n}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	55	55	45

d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	65	65	55

Para la instalación objeto del presente proyecto, al estar ubicado en una zona de uso residencial, los valores límites de inmisión de ruido son los que se encuentran subrayados en la tabla anterior ya que el centro de transformación no se encuentra con edificios colindantes.

Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de Ruido		
		$L_{k,d}$	$L_{k,e}$	$L_{k,n}$
Residencial	Zona de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	25	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30

Para la instalación objeto del presente proyecto, al estar ubicado en una zona de uso residencial sin edificios colindantes como es este caso, no es necesario establecer los valores de ruido establecidos en la tabla B2.

Niveles mínimos de aislamiento acústico de los cierres:

$$R_{m,A} = -10 \cdot \log \left(\sum_{j=1}^n \frac{S_j}{S} \cdot 10^{-\frac{R_{j,A}}{10}} \right) \quad [dBA]$$

Siendo:

R_{m,A}, Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo mixto.

R_{i,A}, Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento i.

S, Área total del elemento constructivo mixto.

S_i, Área del elemento i.

SITUACIÓN	Composición	ELE-MEN-TO	SUPERFI-CIE (m ²)	Superfi-cie total (m ²)	RA (dbA)	R _{m,a} (dbA)
Fachada principal	Panel de hormigón armado vibrado de 8 cm de grueso, acabado pintado acrílico rugoso, con una puerta de chapa, con reja de ventilación.	Puerta	4,21	13,23	25	26,72
		Rejilla	0,91		18	
		Pared	8,11		43	
Pared lateral derecha	Panel de hormigón armado vibrado de 8 cm de grueso, acabado pintado acrílico rugoso,	Pared	4,95	4,95	43	43
Pared lateral izquierda	Panel de hormigón armado vibrado de 8 cm de grueso, acabado pintado acrílico rugoso.	Pared	4,95	4,95	43	43
Techo	Panel de hormigón armado vibrado de 8 cm de grueso, acabado pintado acrílico rugoso	Forjado	12,98	12,98	43	43
Pared posterior	Panel de hormigón armado vibrado de 8 cm de grueso, acabado pintado acrílico rugoso,	Pared	13,23	13,23	43	43

Valores de aislamiento acústico de los elementos constructivos (RA) establecido por el CTE.

POTENCIA (Kva)	Nivel de aislamiento	Transformación	L _{keq,t} (dbA)
630	24 kV	B2	55

Elemento trasmisor	Recinto receptor	Índice de ruido del CT (dbA)	Aislamiento acústico (dbA)	Nivel de Inmisión (dbA)	Valor límite de inmisión (dbA)
Fachada principal	Exterior	55	26,72	28,28	45
Pared lateral derecha	Exterior	55	43	12	45

Pared lateral izquierda	Exterior	55	43	12	45
Techo	Exterior	55	43	12	45
Pared posterior	Exterior	55	43	12	45

Nivel de inmisión acústica < Valor límite de inmisión (Cumple)

En ningún caso se superan los valores límite de los niveles de inmisión, tanto interiores como exteriores

Medidas preventivas

Dado que el Centro de Transformación cumple con los requisitos exigidos por la normativa en tema de inmisiones sonoras, no se prevé tomar medidas contra la transmisión de ruido por vibraciones

21 CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

21.1 Características de la instalación

La corriente será suministrada por la Compañía EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U. procedente del "El Burgo"CD2018, según define el artículo 4 del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las características son:

- Tensión nominal 400 V.
- Frecuencia 50 Hz
- Clase de corriente Alterna trifásica con neutro

21.2 Previsión de Cargas

Se trata de la reforma de las líneas existentes debido al traslado del centro a nueva ubicación. Para la ejecución del nuevo tramo de línea de baja tensión subterránea se utilizará nuevo circuito de conductores con una sección de 240 mm² (RV 0,6/1 kV 3x1x240+1x150 mm² Al) capaz de soportar una intensidad máxima de 305 A, la nueva LSBT se conectará a la cadena eléctrica a circuito existente aéreo tipo (RV 0,6/1 kV 3x1x150+1x95 mm² Al) capaces de soportar una intensidad máxima de 230 A.

Teniendo en cuenta que la potencia máxima capaz de transportar el circuito diseñado se calcula según la ecuación:

Sistema trifásico:

$$P = \sqrt{3} * U_c * \cos \Phi * I$$

Donde:

I = Intensidad de circulación en A.

P = Potencia de la instalación en W.

U_c = Tensión entre fases en V.

cos Φ = Factor de potencia. Considerado un valor de 0,85.

Por tanto, el circuito diseñado podrá soportar una potencia máxima de:

$$P = \sqrt{3} * 400 * 230 * 0,85 = 135,446 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} * 400 * 305 * 0,85 = 179,613 \text{ kW}$$

Hay que tener en cuenta que para el diseño y dimensionamiento del circuito de baja tensión habrá que aplicar un factor de simultaneidad de 0,8, según Instrucción de 14 de octubre de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.

21.3 Cálculos eléctricos de la línea subterránea de baja tensión

21.3.1 Criterio de intensidad máxima admisible

La capacidad de cada uno de los conductores de la red, no sobrepasará los valores indicados en la siguiente tabla, en cumplimiento de UNE 211435:

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

UNE-211435. Intensidades Admisibles Cables subterráneos RV o XZ1de 0,6/1 kV

Puesto que los conductores utilizados son el RV 0,6/1 kV 3x1x240+1x150 mm² Al se tiene en cuenta que la intensidad máxima a transportar por la línea será el 80% de la instdadad admisible, por lo que esta intensidad será 244,00 A , satisfaciendo las necesidades de la instalación.

21.3.2 Criterio de máxima caída de tensión

Caída de tensión desde salida de CBT hasta suministro

Longitud de la línea más desfavorable: 16 m.

Tensión: 400 V

Conductores: RV 0,6/1kV 3x240/150 mm² Al

Resistividad del Aluminio: 0,027 Ω·mm²/m

Para la sección adoptada la caída de tensión viene dada por la expresión:

$$u(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot S \cdot V}$$



eointegral

Se calcula la línea más favorable:

e-distribución

Tramo		Intensidad tramo + Suministro [A]	Longitud tramo [m]	Instalación	Tipo conductor	Sección [mm ²]	Intensidad admisible [A]	Carga tramo [%]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final									
CD 2018	Conversión A/S en A2 N°4	244,00	16	Subt. bajo tubo	3x240/150 Al	240	305	80	0,201	0,2

Obtenemos una máxima caída de tensión de 0,2%.

Valor inferior al 5,5%, cumpliendo con ello con la Instrucción ITC-BT-11, remitiendo ésta a la máxima caída de tensión establecida por la compañía suministradora que será de 5,5%.

21.3.3 Cálculo fusibles de baja tensión.

Diseño de fusibles

A continuación se explica la aplicación de las dos condiciones que se deben cumplir los fusibles de la línea que se pretende proteger.

CONDICIÓN 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

I_b : corriente de diseño del circuito correspondiente.

I_n : corriente nominal del fusible

I_z : corriente máxima admisible del conductor protegido

Esta condición indica físicamente que el fusible debe dejar pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no debe permitir que se alcance una corriente que deteriore el cable, concretamente, su aislamiento, que es la parte débil.

CONDICIÓN 2:

$$I_f \leq 1,45 * I_z^5$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando, durante el tiempo convencional se mantiene la corriente convencional de fusión.

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	k Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla II

I_f : corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección.

En la tabla 1 se indican por tipo de tamaño los valores seleccionados de las corrientes asignadas para cada uno de los cartuchos fusibles asociados a su gama o tamaño.

Tabla 1 – Corrientes asignadas por Tamaño de fusible

Tamaño	Corriente asignada del cartucho fusible (A)												
00	25	50	63	80	100	125	160						
0	40	50	63	80	100	125	160						
1	40		63	80	100	125	160	200	250				
2		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400		
3										315	400	500	630

Nota: Los valores en negrita corresponden a los fusibles de uso estandarizado en Endesa y que disponen de código de material.

En este caso puesto que el conductor usado es el RV 0,6/1kV 3x1x240 + 1x150 mm² cuya intensidad máxima admisible es de 305 A, por lo que el fusible utilizado será de 215 A.

22 CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN

22.1.1 Línea aérea de baja tensión

Comprobamos la bondad de la elección de conductores desde el punto de vista de intensidades admisibles y de caída de tensión.

Previsión de potencia en la zona de actuación

Hay que tener en cuenta que para el diseño y dimensionamiento del circuito de baja tensión habrá que aplicar un factor de simultaneidad de 0,80 coeficiente según Instrucción de 14 de Octubre de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.

Intensidades admisibles

Los conductores empleados son los siguientes:

Conductores unipolares de Aluminio (XLPE) y cumplimiento de UNE 21.030, del tipo: RZ 3x95/54,6mm² Al/Alm. La intensidad admisible para este tipo de cables es de 185 A.

CABLE CON NEUTRO FIADOR:

4.2.1.1 Cables con neutro fiador de aleación de Aluminio-Magnesio-Silicio (Almelec) para instalaciones de cables tensados

Tabla 3. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C

Número de conductores por sección mm ²	Intensidad máxima A
1 x 25 Al/54,6 Alm	110
1 x 50 Al/54,6 Alm	165
3 x 25 Al/54,6 Alm	100
3 x 50 Al/54,6 Alm	150
3 x 95 Al/54,6 Alm	230
3 x 150 Al/80 Alm	305

La potencia máxima que podrá transportar vendrá limitada por la intensidad máxima admisible por el cable, y la obtenemos mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

Tensión compuesta: U= 400 V

Factor de Potencia: Cosφ=0,85

$$P_{max} = \sqrt{3} * 400 * 185 * 0.85 = 108,94 \text{ kW}$$

Puesto que los conductores utilizados son el RZ 3x95/54,6mm² Al/Alm se tiene en cuenta que la intensidad máxima a transportar por la línea será el 80% de la intensidad admisible, por lo que esta intensidad será 148 A, satisfaciendo las necesidades de la instalación.

Circuito nº1

Longitud del tramo más desfavorable: 5 m

Tensión: 400 V

Conductor: 3x1x95/54,6 mm² Al/Alm

Resistividad del Aluminio: 0,027 Ω·mm²/m

Para la sección adoptada la caída de tensión viene dada por la expresión:

$$u(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot S \cdot V}$$

Circuito nº1		Intensidad tramo + Suministro [A]	Longitud tramo [m]	Instalación	Tipo conductor	Sección [mm ²]	Intensidad admisible [A]	Carga tramo [%]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final									
Arqueta Nº3	Conexión LABT existente	148	5	Aérea trenzada	3x95 Al/54,6 Alm	95	185	99	0,12	0,1

Obtenemos una máxima caída de tensión de 0,1% cumpliendo con ello con la Instrucción ITC-BT-11, remitiendo ésta a la máxima caída de tensión establecida por la compañía suministradora que será de 5,5%.

22.1.2 Cálculo fusibles de baja tensión.

Diseño de fusibles

A continuación se explica la aplicación de las dos condiciones que se deben cumplir los fusibles de la línea que se pretende proteger.

CONDICIÓN 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

I_b : corriente de diseño del circuito correspondiente.

I_n : corriente nominal del fusible

I_z : corriente máxima admisible del conductor protegido

Esta condición indica físicamente que el fusible debe dejar pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no debe permitir que se alcance una corriente que deteriore el cable, concretamente, su aislamiento, que es la parte débil.

CONDICIÓN 2:

$$I_f \leq 1,45 * I_z^5$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando, durante el tiempo convencional se mantiene la corriente convencional de fusión.

I_f : corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	I_f Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	2,1 I_n
$4 < I_n \leq 16$	1	1,9 I_n
$16 < I_n \leq 63$	1	1,6 I_n
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6 I_n
$160 < I_n \leq 400$	3	1,6 I_n
$400 < I_n$	4	1,6 I_n

Tabla II

En la tabla 1 se indican por tipo de tamaño los valores seleccionados de las corrientes asignadas para cada uno de los cartuchos fusibles asociados a su gama o tamaño.

Tabla 1 – Corrientes asignadas por Tamaño de fusible

Tamaño	Corriente asignada del cartucho fusible (A)												
00	25	50	63	80	100	125	160						
0	40	50	63	80	100	125	160						
1	40		63	80	100	125	160	200	250				
2		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400		
3										315	400	500	630

Nota: Los valores en negrita corresponden a los fusibles de uso estandarizado en Endesa y que disponen de código de material.

En este caso puesto que el conductor usado es el RZ 0,6/1kV 3x1x95/54,6 mm² Al/Alm cuya intensidad máxima admisible es de 230 A, por lo que el fusible utilizado será de 200 A.

Málaga, Febrero 2021



El Ingeniero Técnico Industrial
Rafael Flores Ventura

Número de Colegiado 5.557
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros

Documento 3

PLANOS

INDICE:

- 01 Situación y emplazamiento
- 02 Planta general de la instalación. Estado actual.
- 03 Planta general de la instalación. Desmantelamiento.
- 04 Planta general de la instalación. Estado previsto. MT
- 05 Planta general de la instalación. Estado previsto. BT
- 06 Planta general de la instalación. Estado previsto. Detalle CD
- 07 Detalle Arquetas tipo A1/A2.
- 08 Detalle Canalización BT 10T.
- 09 Detalle canalización BT 2T.
- 10 Perfil longitudinal de la instalación
- 11 Detalle amarre sobre fachada
- 12 Detalle Conversión aéreo-subterránea.
- 13 Detalle puesta a tierra apoyo
- 14 Detalle Nuevo CD a instalar.
- 15 Detalle Sección AA'.
- 16 Detalle ventilación Nuevo CD a instalar
- 17 Detalle de puesta a tierra centro de transformación.
- 18 Esquema unifilar.

Plano de situación general
Sin escala



Plano de situación instalación
E: 1:10.000



Coordenadas UTM (ETRS-89) de la instalación			
Ubicación	X	Y	Huso
Nuevo CD-2018 "El Burgo"	326321	4073351	30

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo

TÍTULO PLANO: Situación y emplazamiento

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.



Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

PLANO Nº: 01

ESCALA: Indicada

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021

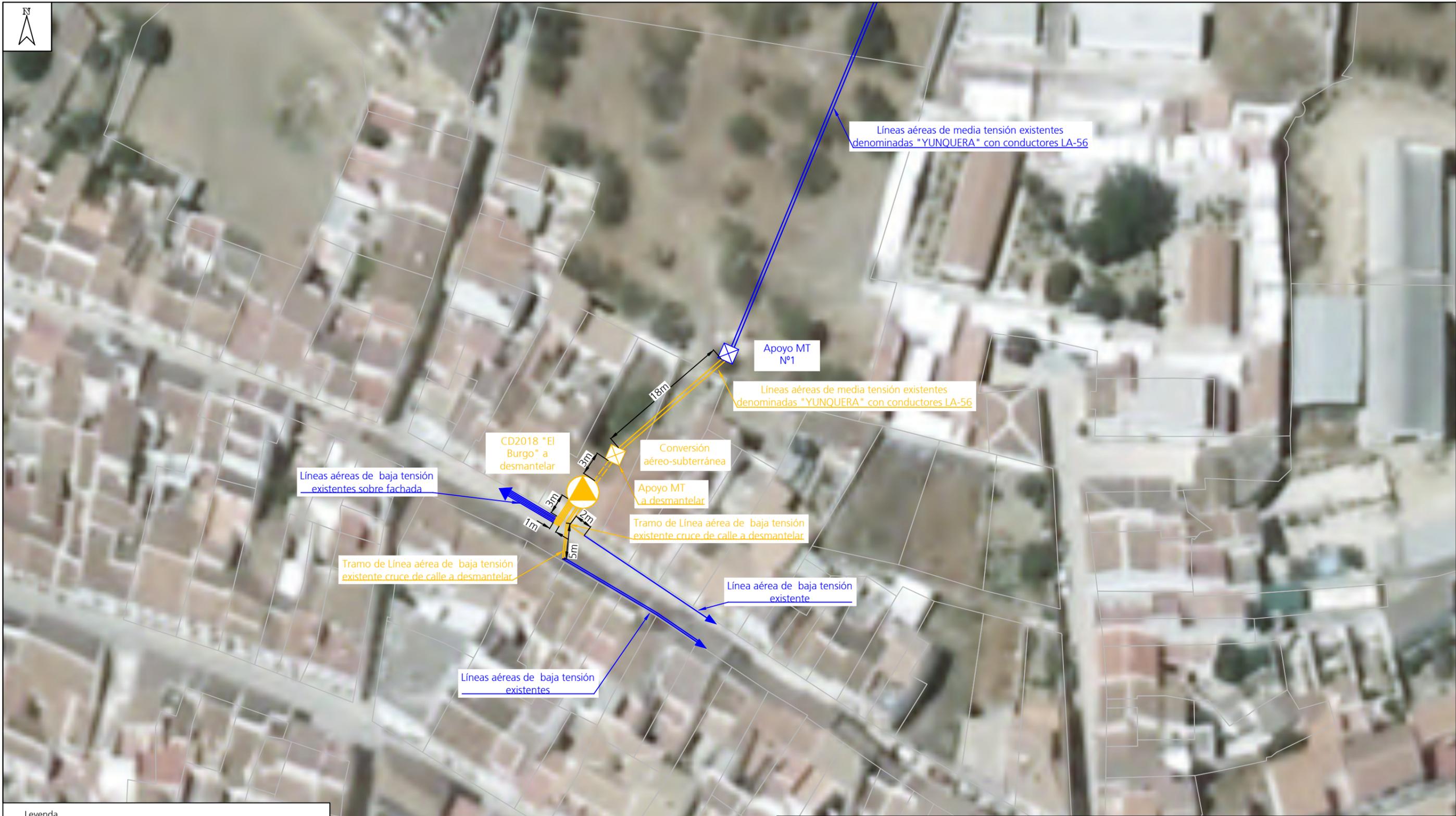


Leyenda

-  Centro de transformación existente
-  Apoyo de metálico de celosía existente
-  Red aérea de MT existente
-  Red subterránea de MT existente

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

<p>DESTINATARIO DEL PROYECTO:</p> 	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)</p> <p>DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53</p> <p>MUNICIPIO: El Burgo</p>	
<p>TÍTULO PLANO: Planta general de la instalación. Estado actual</p>		
<p>TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT</p> <p>PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.</p>		
<p style="text-align: right;"> Rafael Flores Ventura Ingeniero Técnico Industrial COL. Nº 5.557</p>		<p>PLANO Nº: 02</p> <p>ESCALA: 1:500</p> <p>VERSIÓN: 1</p> <p>FECHA: Febrero 2021</p>



Leyenda

-  Centro de transformación a dismantlar
-  Apoyo de metálico de celosía existente
-  Red aérea de MT existente
-  Red subterránea de MT a dismantlar
-  Red aérea de MT a dismantlar
-  Apoyo de metálico a dismantlar
-  Red aérea de BT existente
-  Red aérea de BTa dismantlar

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)
DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53
MUNICIPIO: El Burgo

TÍTULO PLANO: Planta general de la instalación. Desmantelamiento

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT
PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.



Rafael Flores Ventura
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. Nº 5.557

PLANO Nº: 03
 ESCALA: 1:500
 VERSIÓN: 1
 FECHA: Febrero 2021



Leyenda

-  Centro de transformación a instalar
-  Apoyo de metálico de celosía existente
-  Apoyo de metálico de celosía a instalar
-  Red aérea de MT existente
-  Red aérea de MT a instalar
-  Red subterránea de MT a instalar

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

<p>DESTINATARIO DEL PROYECTO:</p> 	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)</p> <p>DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53</p> <p>MUNICIPIO: El Burgo</p>
<p>TÍTULO PLANO: Planta general de la instalación. Estado previsto. MT</p>	
<p>TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT</p> <p>PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.</p>	



Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

ecointegral

PLANO Nº: 04

ESCALA: 1:500

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021



Puesta en marcha de 8 LSBT en nueva ubicación de CBT por canalización existente hasta arqueta A2 N°2 interior existente con conductores RV 0,6/1 kV 3x1x240+1x150 mm² AL

Nuevo CD 2018 "El Burgo"

Nueva canalización a instalar de 10 T de PE de 160 mm de diámetro

Nueva canalización a instalar de 2T de PE de 160 mm de diámetro

Conversion aéreo-subterránea y empalme de nuevo tramo de LSBT con la LABT existente en fachada

Líneas aéreas de baja tensión existentes sobre fachada

7 conversiones aéreo-subterráneas para empalmar los nuevos tramos de LSBT con las LABT existentes en fachadas vecinas

Empalme de 2 nuevos tramos de LABT con LABT existente

Línea aérea de baja tensión existente

Líneas aéreas de baja tensión existentes

Leyenda

-  Centro de transformación a instalar
-  Canalización existente
-  Canalización a instalar
-  Línea subterránea de baja tensión a instalar
-  Red aérea de BT existente
-  Red aérea de BT a instalar
-  Arqueta a instalar tipo A2
-  Arqueta a existente tipo A2

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)
 DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53
 MUNICIPIO: El Burgo

TÍTULO PLANO: Planta general de la instalación. Estado previsto. BT

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT
 PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.



Rafael Flores Ventura
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. N° 5.557

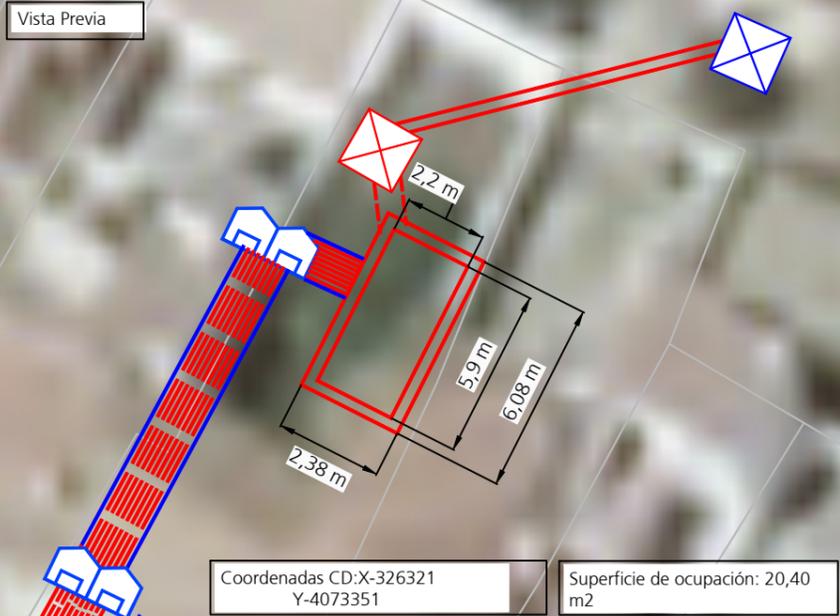
PLANO N°: 05
 ESCALA: 1:500
 VERSIÓN: 1
 FECHA: Febrero 2021



Leyenda

-  Centro de transformación a instalar
-  Canalización existente
-  Canalización a instalar
-  Línea subterránea de baja tensión a instalar
-  Apoyo de metálico de celosía existente
-  Apoyo de metálico de celosía a instalar
-  Red subterránea de MT a instalar
-  Red aérea de MT a instalar
-  Arqueta a existente tipo A2

Vista Previa



Coordenadas CD: X-326321
Y-4073351

Superficie de ocupación: 20,40
m²

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo

TÍTULO PLANO: Planta general de la instalación. Estado previsto. Detalle CD

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

ecointegral

PLANO Nº: 06

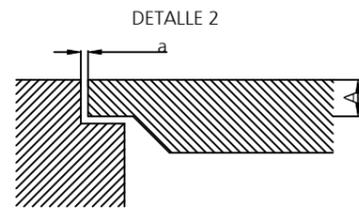
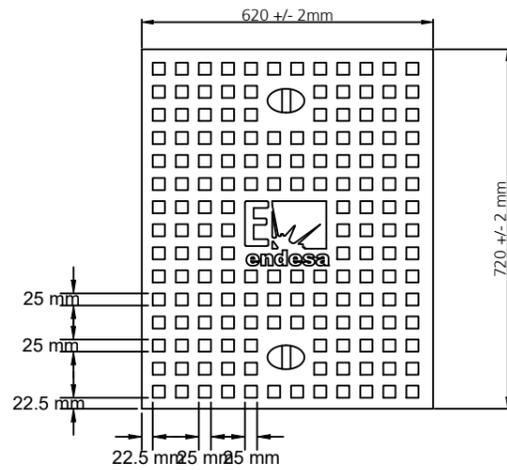
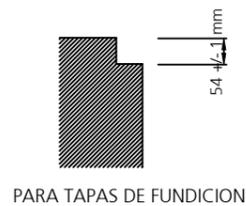
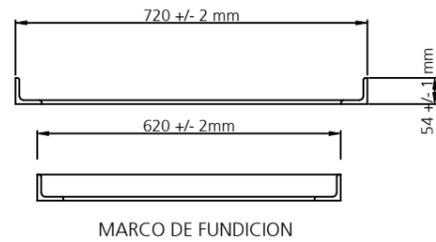
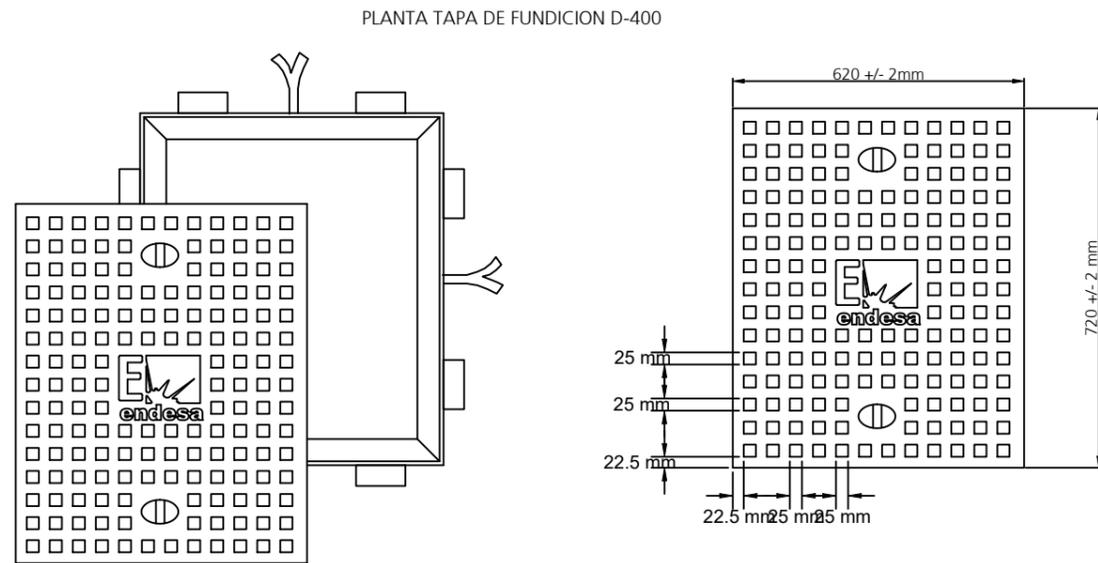
ESCALA: 1:500

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021

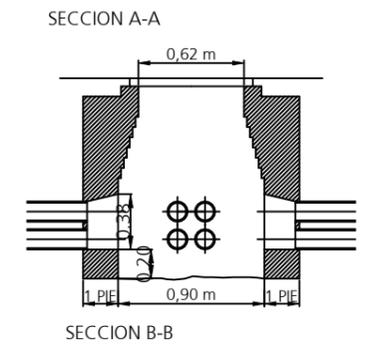
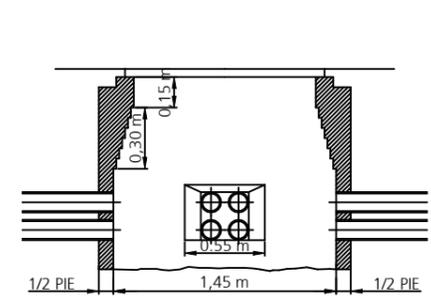
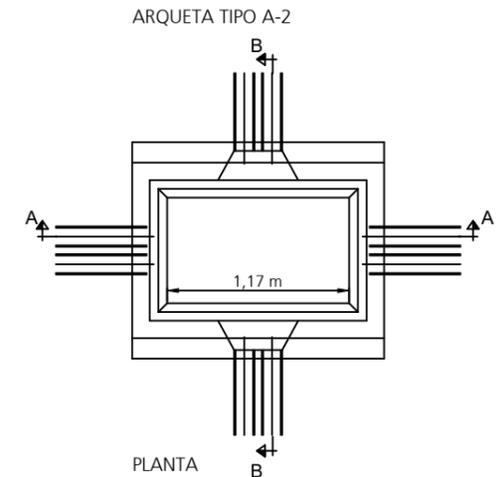
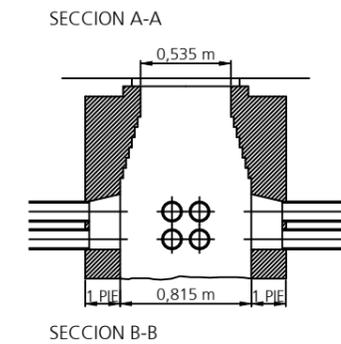
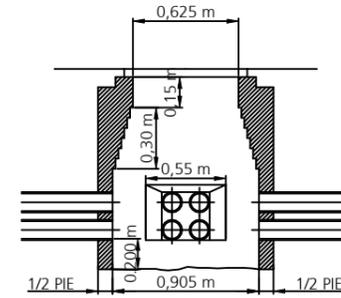
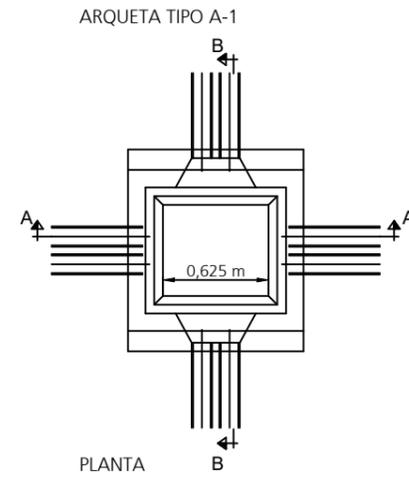


Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557



DETALLE:
 PROFUNDIDAD DE ENCASTRAMIENTO A=54 +/- 1 mm
 HOLGURA a1=2/5 mm
 SE PONDRÁ UNA ARQUETA CADA 40 m. EN ALINEACIONES, UNA CADA CAMBIO DE DIRECCIÓN Y ANTES Y DESPUÉS DE CRUZAMIENTO CON VIALES, ARROYOS, ETC.,...
 LA PROFUNDIDAD (COTA A = 1.30 m), EL N° DE TUBOS VENDRÁ DETERMINADO POR EL PLANO DE CANALIZACIONES.

NOTA:
 LAS ARQUETAS SERÁN PREFABRICADAS DE HORMIGÓN SEGÚN NORMA ONSE-01.01.16B



Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)
 DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53
 MUNICIPIO: El Burgo

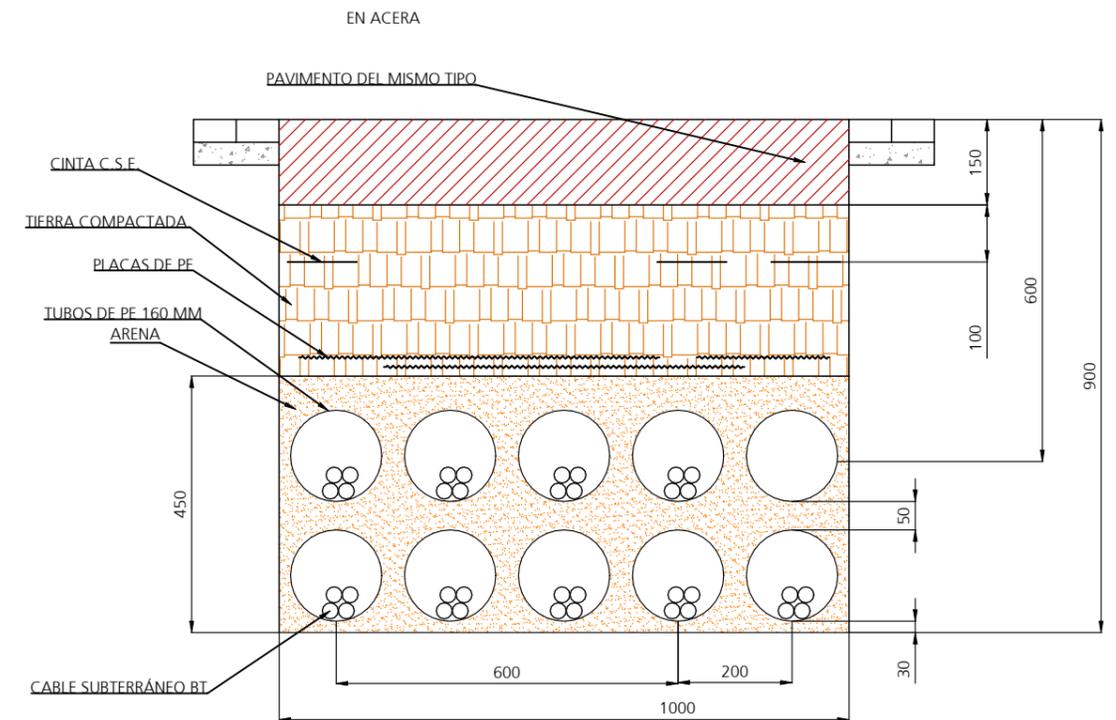
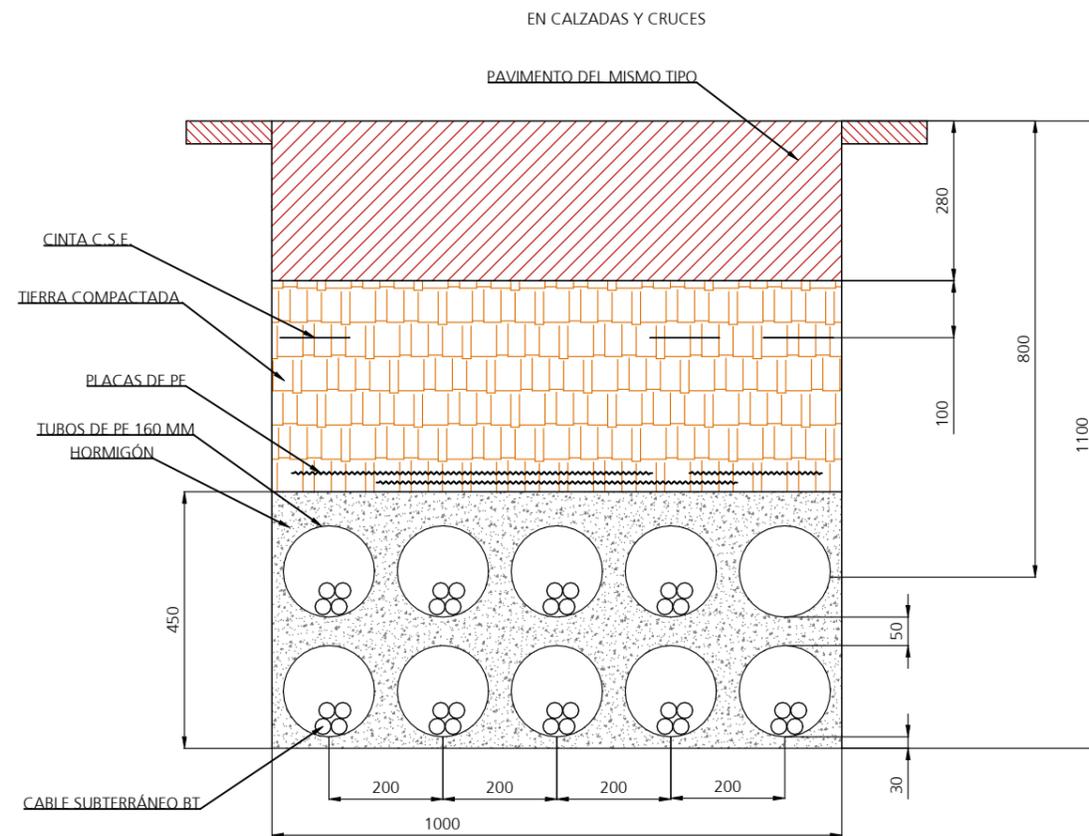
TÍTULO PLANO: Detalle Arquetas tipo A1/A2

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT
 PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Rafael Flores Ventura
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. N° 5.557



PLANO N°: 07
 ESCALA: Sin escala
 VERSIÓN: 1
 FECHA: Febrero 2021



Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo

ecointegral

TÍTULO PLANO: Detalle canalización BT 10T

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Rafael Flores Ventura

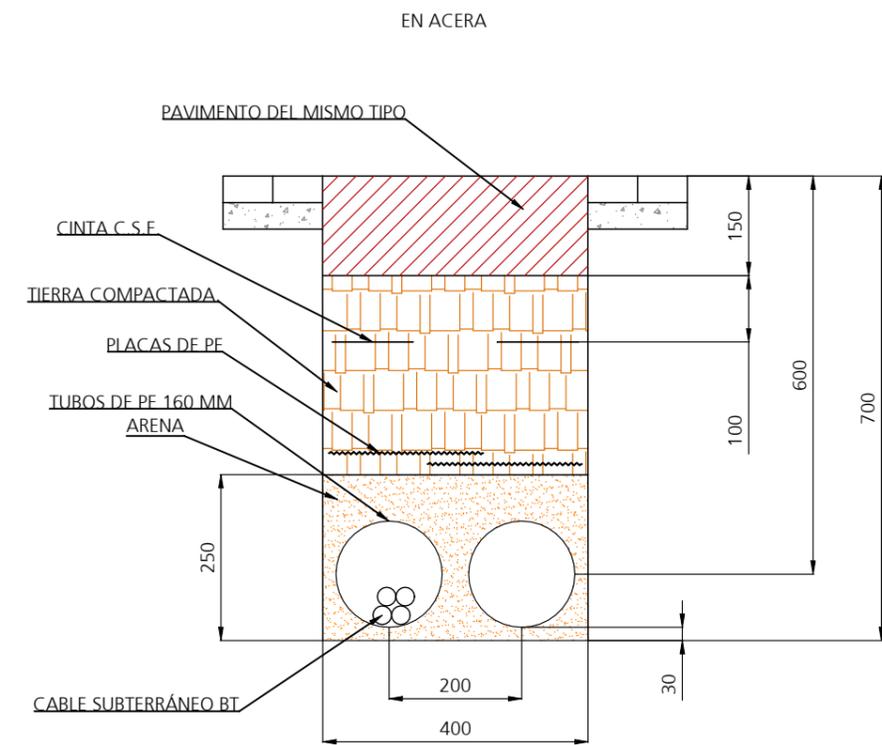
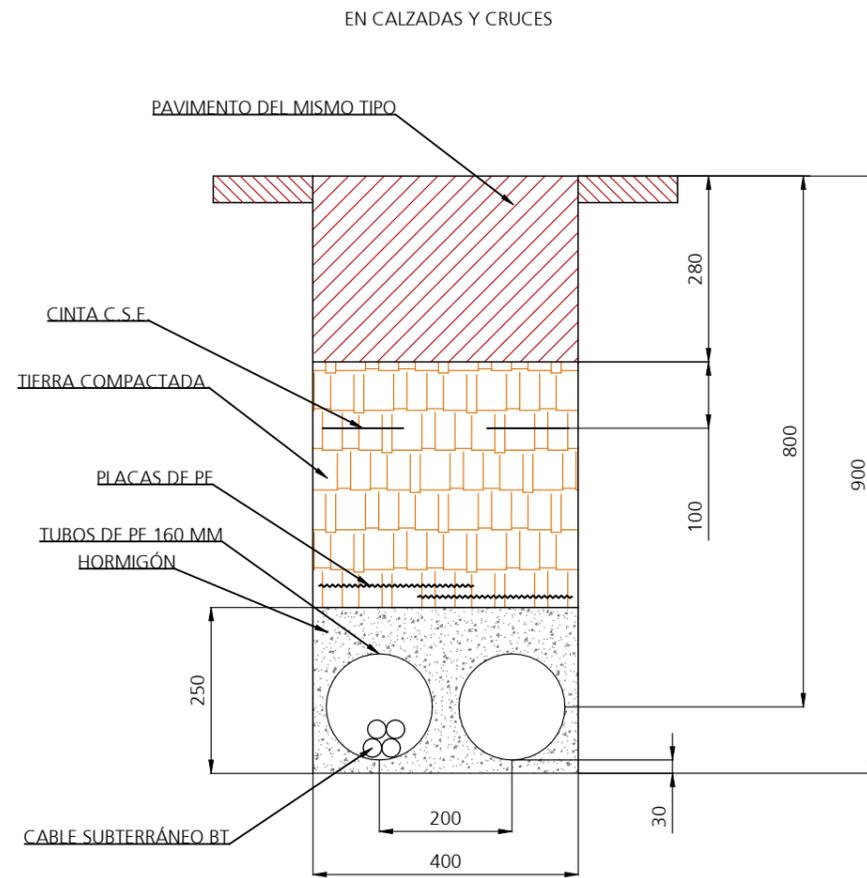
Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

PLANO Nº: 08

ESCALA: Sin
escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021



Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo

ecointegral

TÍTULO PLANO: Detalle canalización BT 2T

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Rafael Flores Ventura

Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

PLANO Nº: 09

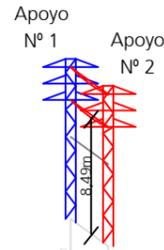
ESCALA: Sin
escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021

Perfil

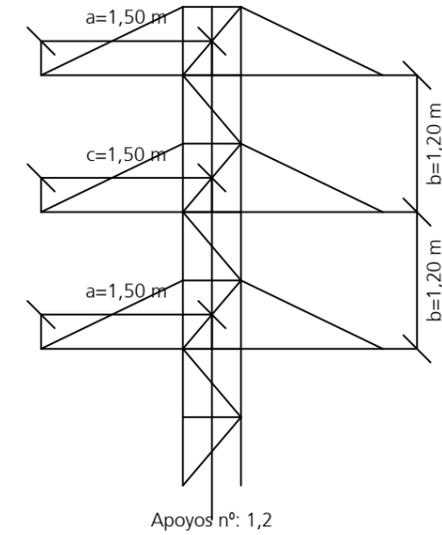
Plano de Comparación 575,00 m



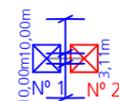
LA-56 Zona B		
Tabla tendido fase Tramo 1-2		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	285	0,01
0°C	245	0,01
5°C	204	0,01
10°C	164	0,02
15°C	125	0,02
20°C	88	0,03
25°C	59	0,05
30°C	41	0,07
35°C	31	0,09
40°C	26	0,11
45°C	22	0,13
50°C	20	0,14

Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico			
	Distancias	Parciales	0,0 11,0	11,0
		Al origen	0,0 11,0	11,0
	Cotas del terreno		582,00 580,00	580,00
Num. y longitud de las parcelas				
Apoyos	Número	Nº 1	Nº 2	
	Ángulo	--	--	
	Tipo	C-Existente	C-2000-14	
	Función	P.Línea	F.Línea	
	Montaje	D. circuito	D. circuito	
	Separación de fases	1,20	1,20	
	Tipo armado	DC-12-ATC-15	DC-12-ATC-15	
	Altura útil cruceta inferior	8,70 m	8,73 m	
	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Amarre	
Cimentación	Lado		1,25 m	
	Profundidad		2,27 m	
	Excavación		3,55 m ³	
	Hormigonado		3,86 m ³	
Vanos	Número			
	Longitud			
	Desnivel			
Vano regul.	Número			
	Cons. de catenaria y longitud			
	Apoyo inicial y final			

Armado DC-12



Planta



Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo



TÍTULO PLANO: Perfil longitudinal de la instalación

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

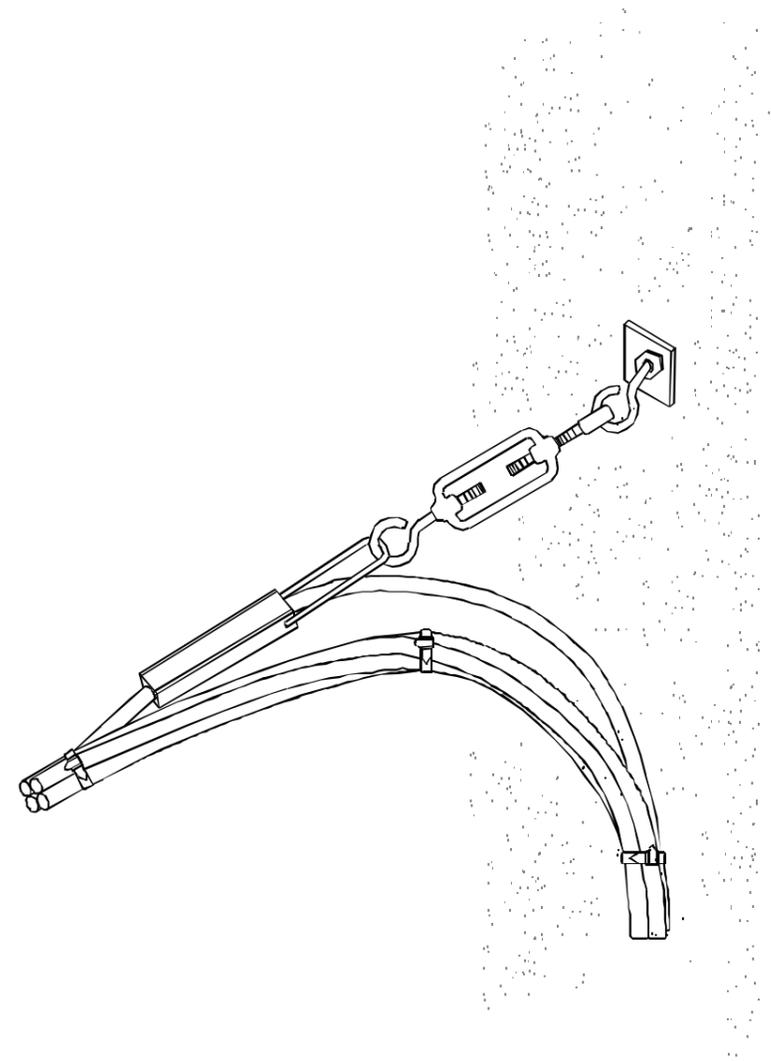
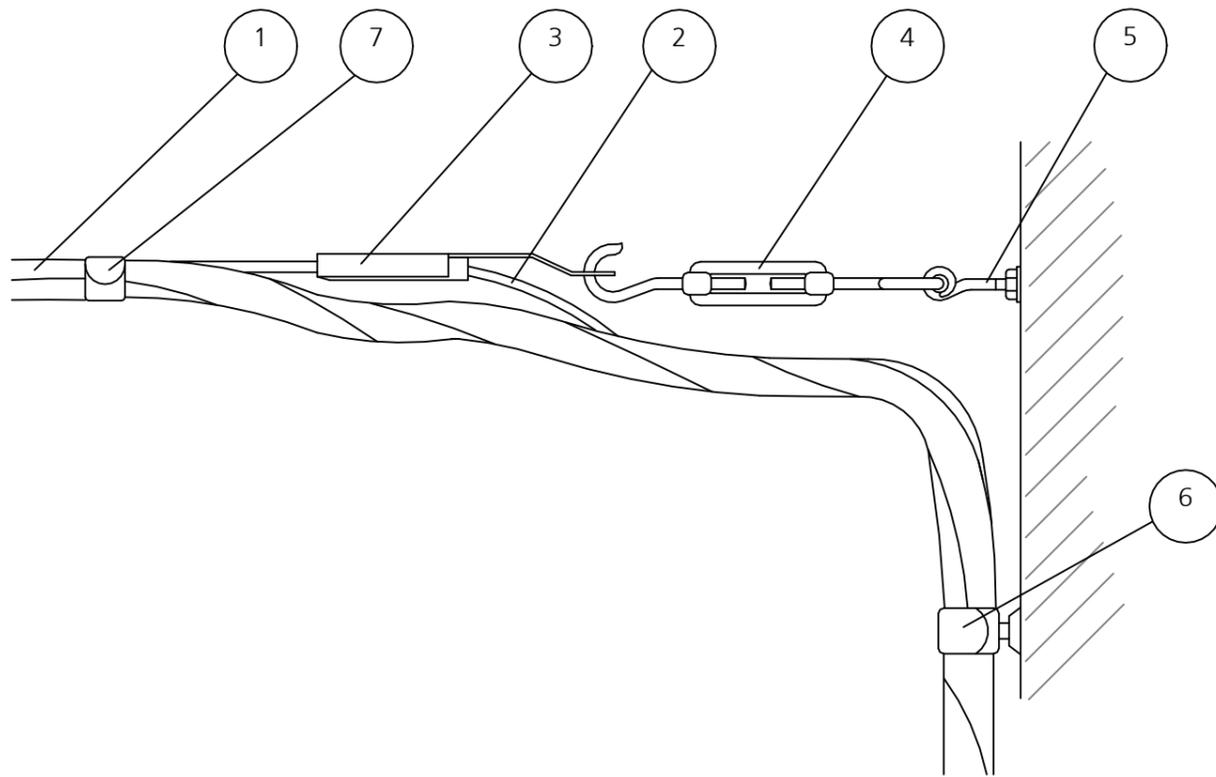
Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

PLANO Nº: 10

ESCALA: Sin escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021



Nº de Orden	Denominación
1	Cable
2	Neutro "Almelec" o fiador
3	Pinza de amarre
4	Tensor 3/8"
5	Anclaje corto; cerrado o abierto
6	Abrazadera para perfil angular
7	Abrazadera de suspensión

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo

ecointegral

TÍTULO PLANO: Detalle amarre sobre fachada

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

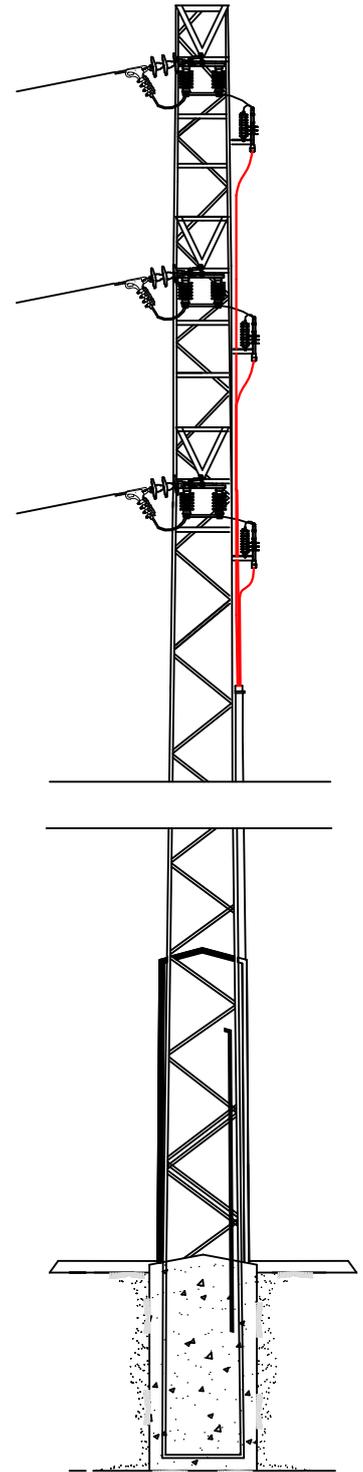
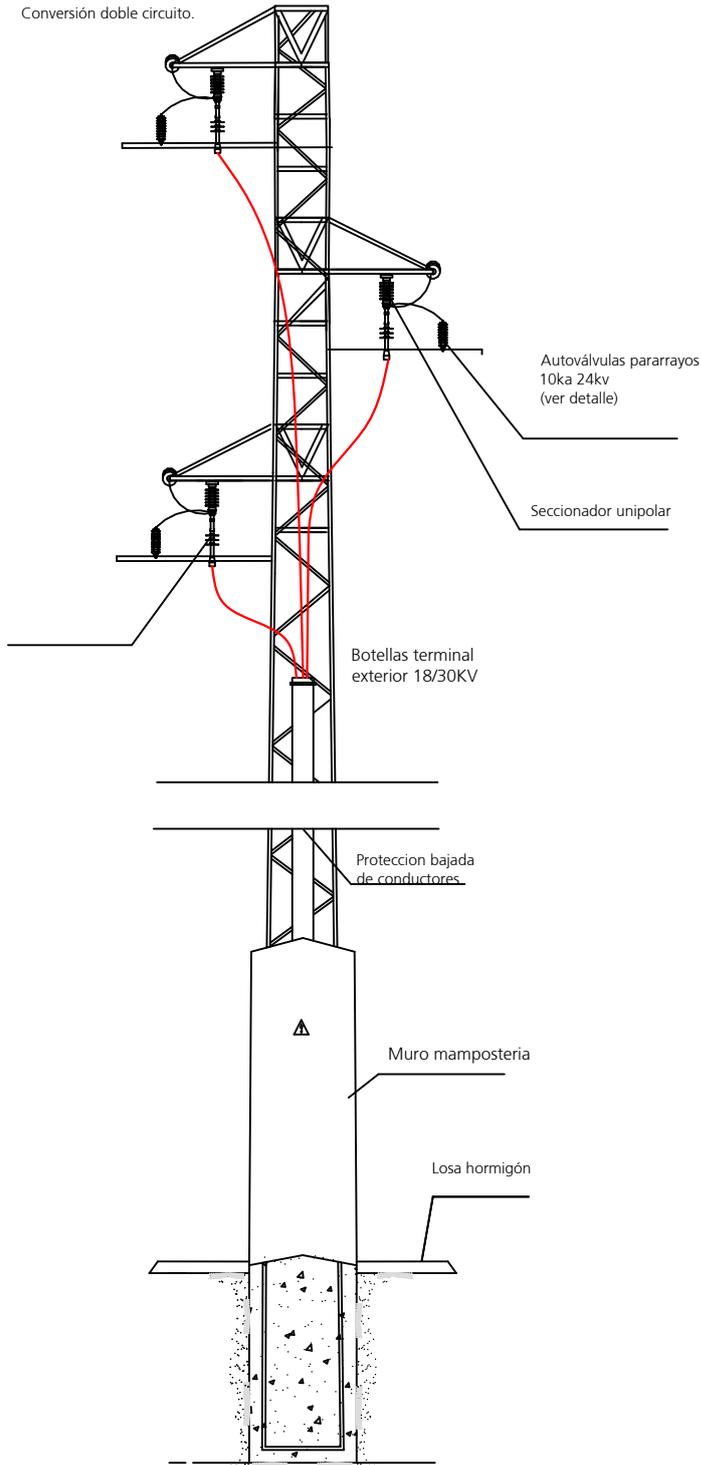
PLANO Nº: 11

ESCALA: Sin escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021

Conversión doble circuito.



Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva 53

MUNICIPIO: El Burgo

TÍTULO PLANO: Detalle Conversión aéreo-subterránea

TIPOLOGÍA: Nuevo CD + LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

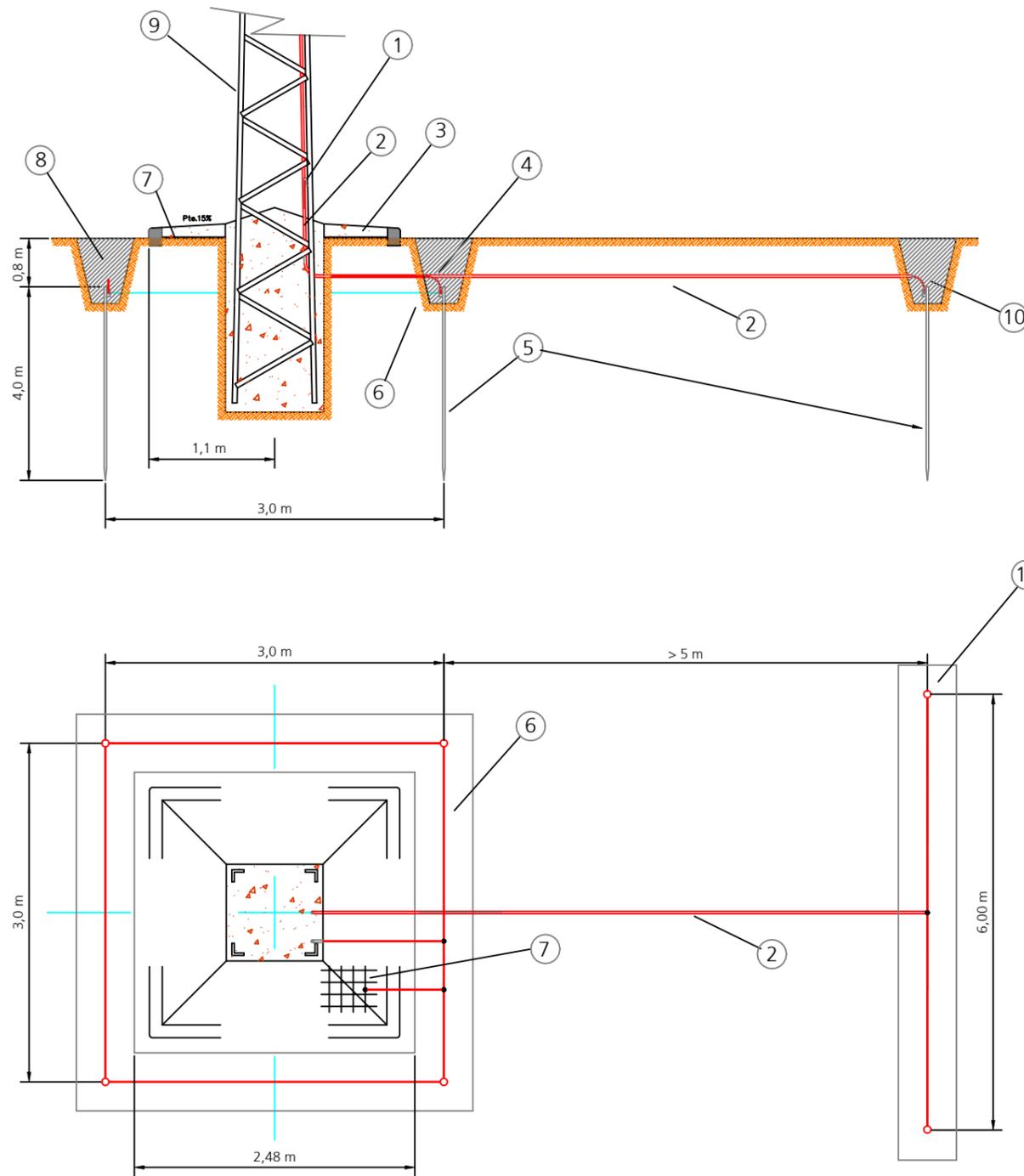
ecointegral

PLANO Nº: 12

ESCALA: Sin escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021



NºPIEZA	DESIGNACIÓN	MATERIAL Y MEDIDAS
1	Grapa de fijación	Bronce-Estaño
2	Tubos de protección	PVC
3	Plataforma del operador	Hormigón. Pendiente 15 %
4	Tierra de Herraies	Cable Cu. Ø 50 mm ²
5	Pica de Tierra.	Cu. 19 mm Ø. L=4 m
6	Anillo difusor	Cable Cu. Ø=50 mm ²
7	Emparrillado	Ø = 4mm. 20x20 cm.
8	Zanja, rellena de tierra	
9	Torre metálica	
10	Tierra del Neutro (Trafo)	Cable Cu. Ø 50 mm ²

COEFICIENTES DE CALCULO		
TIPO DE ACCION	EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
PERMANENTE	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$
VARIABLE	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,50$

ACERO CORRUGADO	
DESIGNACION	LIMITE ELASTICO fy (N/mm ²)
B 400 S	400

ACERO ESTRUCTURAL	
DESIGNACION	LIMITE ELASTICO fy (N/mm ²)
A 42 b	260

HORMIGON EN MASA	
DESIGNACION	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA fck (N/mm ²)
HM 20	20

HORMIGON ARMADO	
DESIGNACION	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA fck (N/mm ²)
HA 25	25

PUESTA A TIERRA DE APOYOS.

Configuración especial en apoyos que soportan aparatos de maniobra. (Anillo Difusor).

NOTA 1: Configuración de picas en anillo hasta coseguir Rt menor o igual a 20 ohmios.

NOTA 2: La Toma de Tierra para el Neutro solo la llevan apoyos de CT interperie con trafo.

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo

TÍTULO PLANO: Detalle puesta a tierra apoyo

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

ecointegral

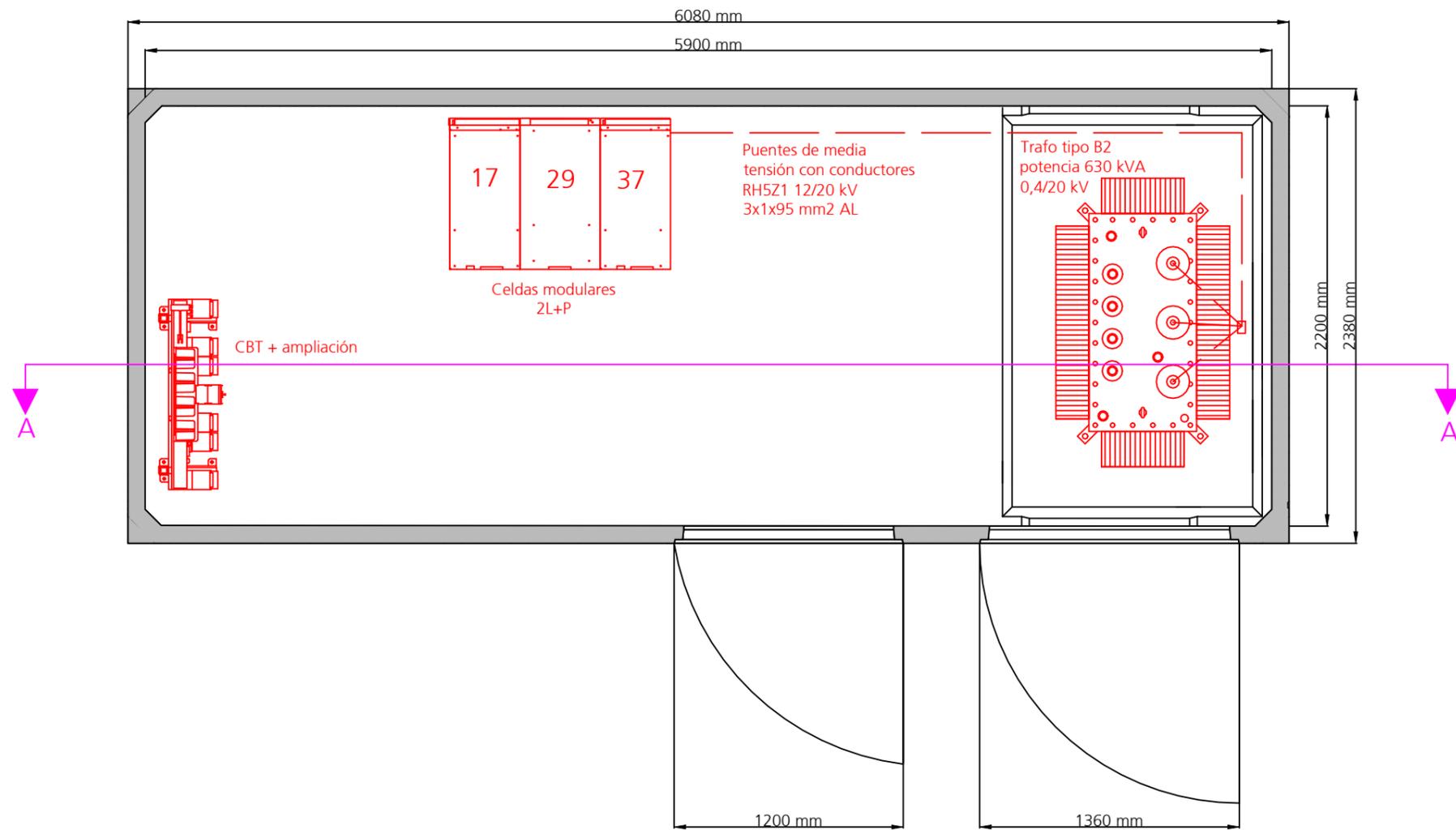
PLANO Nº: 13

ESCALA: Sin escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021

Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557



Instalación prevista

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)
 DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53
 MUNICIPIO: El Burgo

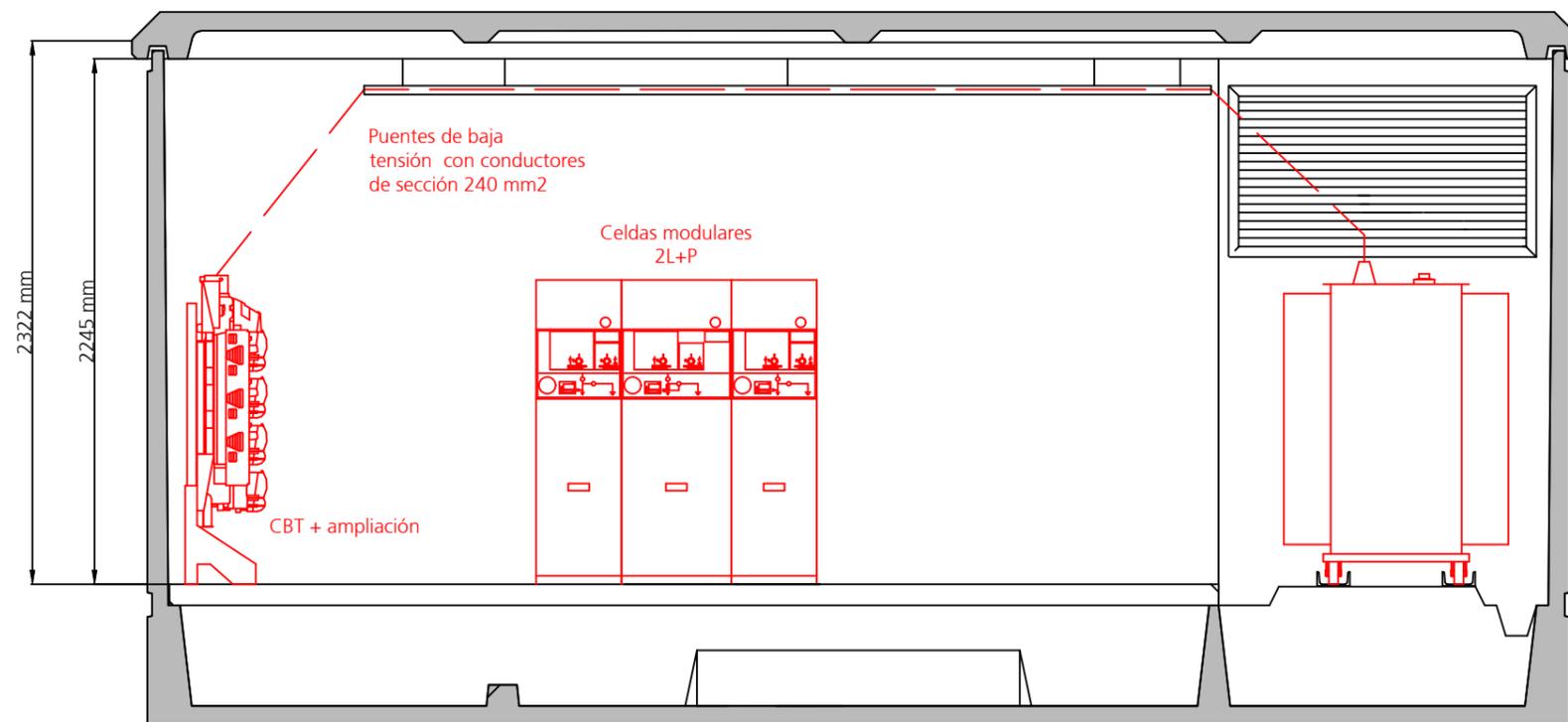
TÍTULO PLANO: Detalle Nuevo CD a instalar

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT
 PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.



Rafael Flores Ventura
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. Nº 5.557

PLANO Nº: 14
 ESCALA: Sin escala
 VERSIÓN: 1
 FECHA: Febrero 2021



Instalación prevista 

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

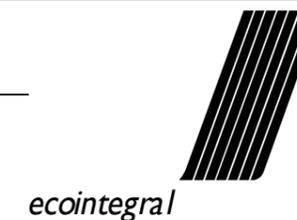
DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo

TÍTULO PLANO: Detalle Sección AA'

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.



PLANO Nº: 15

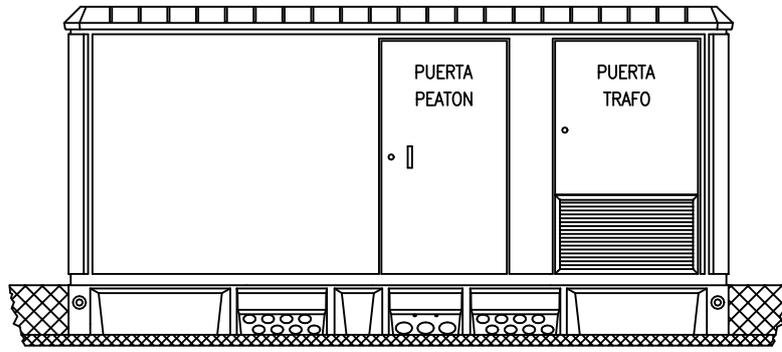
ESCALA: Sin escala

VERSIÓN: 1

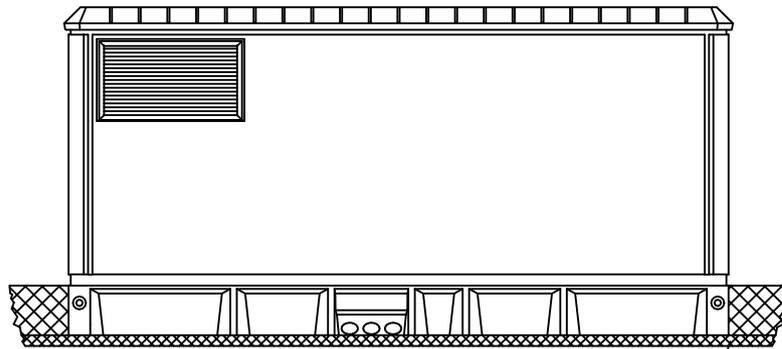
FECHA: Febrero 2021



Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

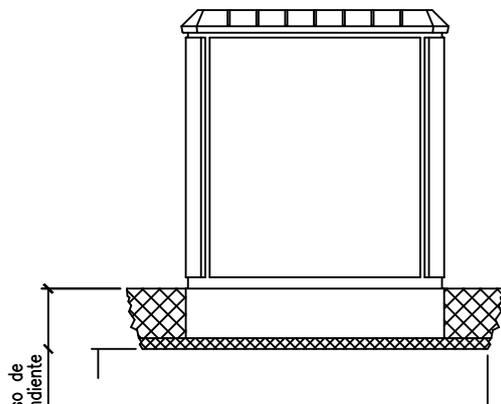


VISTA FRONTAL



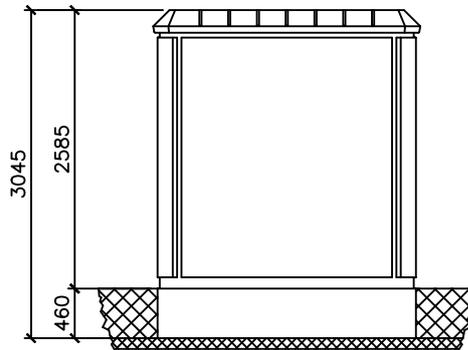
VISTA POSTERIOR

Arena de nivelación



Consultar en caso de
instalación en pendiente

VISTA LATERAL
IZQUIERDA



VISTA LATERAL
DERECHA

Área total de rejillas de ventilación del CD $2 \times (0,70 \times 1,30) = 1,82 \text{ m}^2$
 Área Total = 1,82 m² > 1,07 m² cumple

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

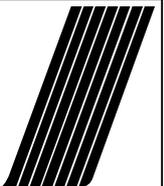
DIRECCIÓN: Calle Nueva 53

MUNICIPIO: El Burgo

TÍTULO PLANO: Detalle Ventilación Nuevo CD a instalar

TIPOLOGÍA: Nuevo CD + LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.



ecoinTEGRAL

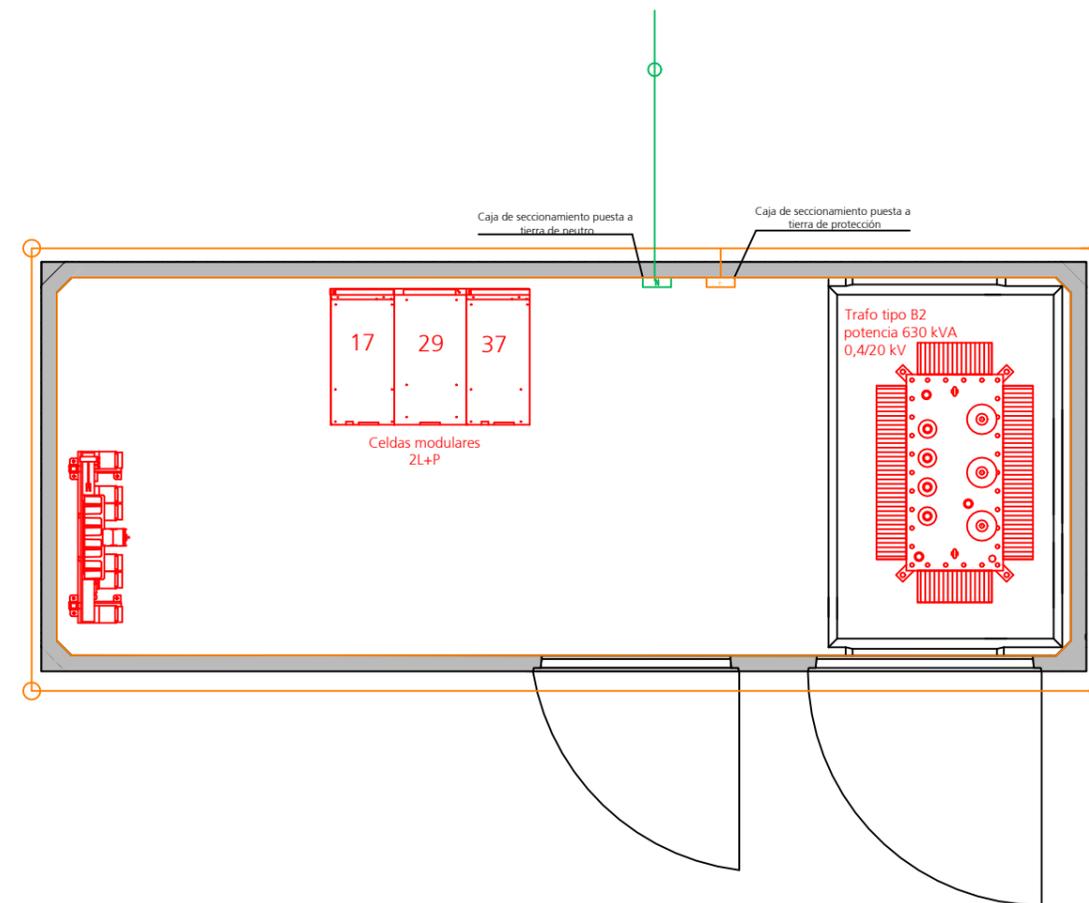
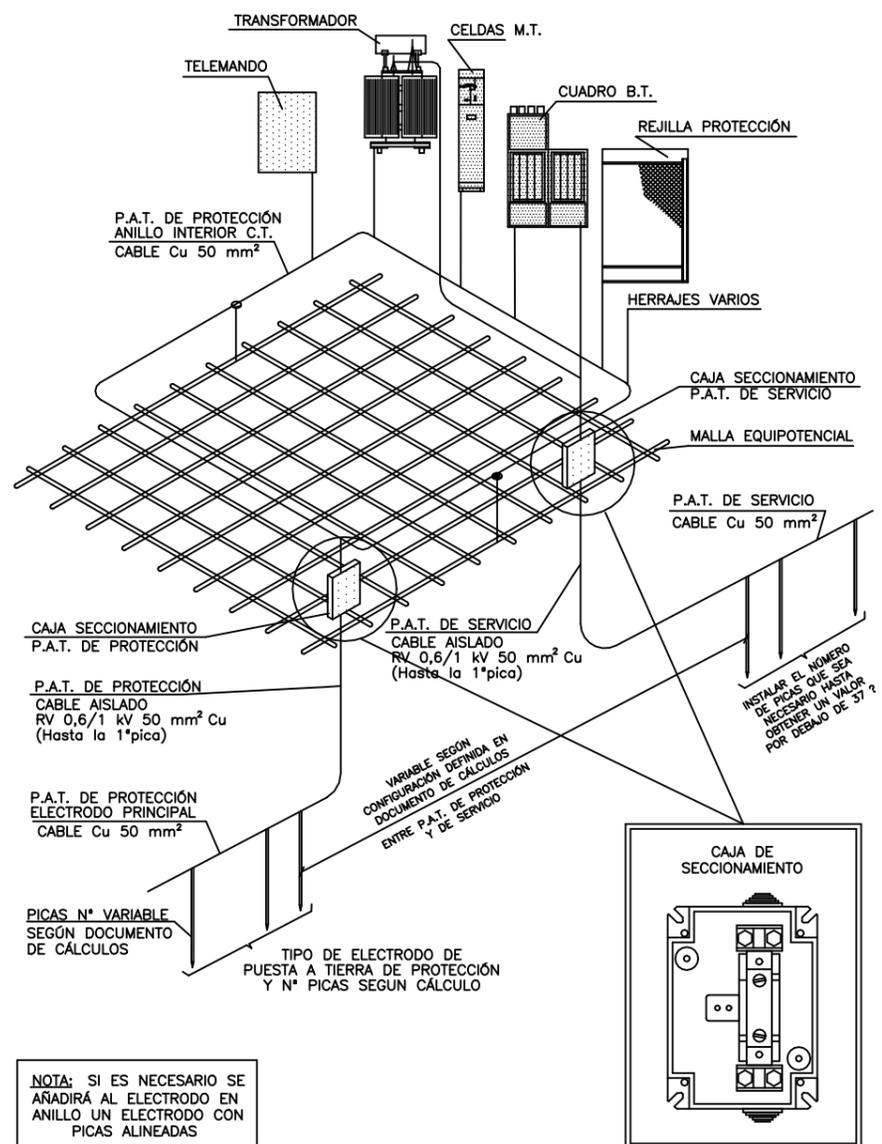
Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

PLANO Nº: 16

ESCALA: Sin escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021



PUESTA A TIERRA				
Tipología	Electrodo	Rt (ohmios)	Id (A)	Tierra separada D(m)>=
P.A.T Protección	Anillo rectangular 7x4 m 70-25/5/42	16,8	203,29	6,47
P.A.T Servicio	Picas de 2 metros alineadas 5/42	20,8	189,92	6,05

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)

DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53

MUNICIPIO: El Burgo

ecointegral

TÍTULO PLANO: Detalle Puesta a tierra Centro de transformación

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.557

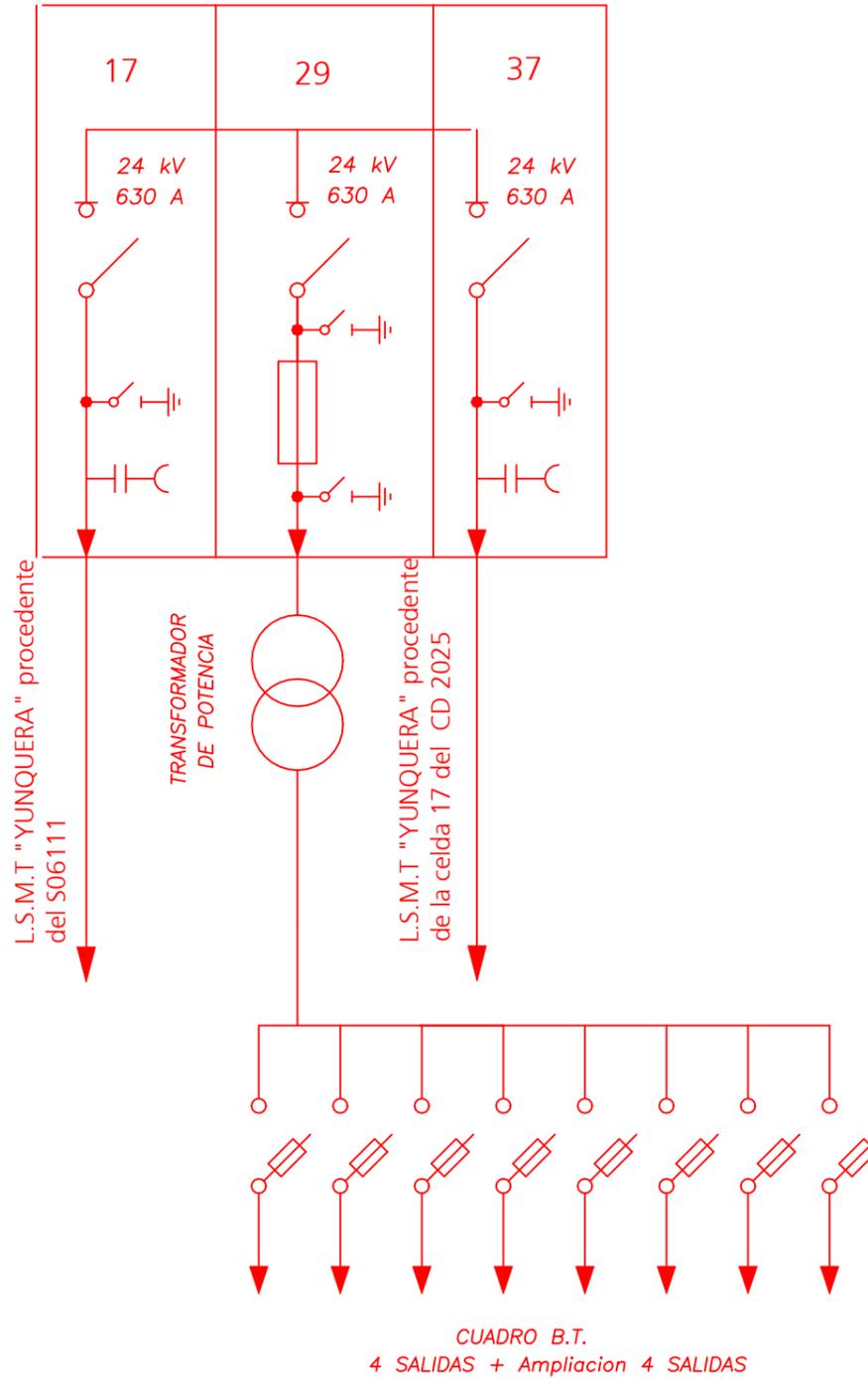
PLANO Nº: 17

ESCALA: Sin escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Febrero 2021

ESQUEMA UNIFILAR



Instalación prevista

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal El Burgo, (Málaga)
 DIRECCIÓN: Calle Nueva, 53
 MUNICIPIO: El Burgo



TÍTULO PLANO: Detalle esquema unifilar

TIPOLOGÍA: Nuevo CD+LSMT
 PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Rafael Flores Ventura
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. Nº 5.557

PLANO Nº: 18
 ESCALA: Sin escala
 VERSIÓN: 1
 FECHA: Febrero 2021

Documento 4

PLIEGO DE CONDICIONES

23 PLIEGO DE CONDICIONES

23.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones tiene por finalidad establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV, así como a centros de transformación Edificio Prefabricado de Superficie en Media Tensión hasta 30 kV y a redes de distribución en baja tensión, destinados a formar parte de la red de distribución de EDE y cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

Este Pliego de Condiciones será de aplicación para las instalaciones construidas por EDE como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

23.2 ALCANCE

El Pliego establece las Condiciones para el suministro, instalación, pruebas, ensayos, características y calidades de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV, así como a centros de transformación Edificio Prefabricado de Superficie en Media Tensión hasta 30 kV y a redes de distribución en baja tensión, con el fin de garantizar:

- La seguridad de las personas,
- El bienestar social y la protección del medio ambiente,
- La calidad en la ejecución
- La minimización del impacto medioambiental y las reclamaciones de propiedades afectadas

23.3 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. 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.

23.4 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se registrarán por lo especificado en:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- 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.

23.5 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado 23.4 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.

23.6 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.

23.7 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

23.7.1 Datos de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

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.

23.7.2 Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

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.

23.7.3 Mejoras y variaciones del proyecto.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

23.7.4 Recepción del material

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

23.7.5 Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

23.7.6 Facilidades para la inspección

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

23.7.7 Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

23.7.8 Limpieza y seguridad en las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras 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.

23.7.9 Medios auxiliares

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

23.8 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, 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 23.7.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 23.7.3.

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.

23.8.1 Subcontratación 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.

23.8.2 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.

23.8.3 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.

23.8.4 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.

23.8.5 Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

23.8.6 Pago de las obras

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra 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 cubrición, 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.

23.8.7 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.

23.9 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan, con las Recomendaciones UNESA, y con las normas de Endesa Distribución, aparte de lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique la Dirección de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por la Dirección de Obra.

Genéricamente la instalación contará con los elementos que se detallan a continuación, cada uno con su Norma EDE de referencia

Protecciones:

- FGC001 Guía técnica del sistema de protecciones en la red MT
- AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión. Seccionadores hasta 36 kV.
- AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.

Transformadores:

- FND005 Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión.
- GST001 MV/LV Transformers

Envolventes:

- FNH001 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie.

Cuadros de BT

- FNL002 Cuadro de distribución en BT con conexión de Grupo para CT
- >NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco.

Sistema de Telemando:

- GSTR001 Remote Terminal Unit for secondary substations
- GSCB001 12V VRLA ACCUMULATORS FOR POWERING REMOTE-CONTROL DEVICE OF SECONDARY SUBSTATIONS
- GSCL001 ELECTRICAL CONTROL PANEL AUXILIARY SERVICES OF SECONDARY SUBSTATIONS"

Aparamenta MT

- GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter
- GSM003 MV Pole Mounted Switch-Disconnectors
- AND005 Seccionadores Unipolares para LAAT hasta 36 kV

Conductores MT

- DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV"
- GSCC005 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV COLD SHRINK TERMINATIONS FOR MV CABLES
- GSC006 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV SEPARABLE CONNECTORS FOR MV CABLES".
- GSC002 Technical specification of low voltage cables with rated voltage $U_0 / U (U_m)$ 0,6/1,0 (1,2) Kv

Otras:

- NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial

Las tipologías de materiales a utilizar, sus especificaciones técnicas, el cumplimiento de las normativas y los ensayos realizados para cada material se describen en las Normas EDE referidas.

23.9.1 Aceptación de los equipos

El Director de Obra velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica estén homologados por ENDESA y sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

El Director de Obra asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o calidad de ejecución de la obra.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por el Director de Obra, o bien, si éste lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

El resultado satisfactorio de la recepción quedará reflejado en el "Acta de Recepción de Materiales" en cuyo documento estarán detallados los materiales que se van a instalar y que será debidamente cumplimentada por el Contratista y el Director de Obra.

El Contratista se ocupará de recibir, descargar y comprobar el material procedente de los fabricantes y talleres, efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, etc., con el fin de que pueda proceder a su reposición.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta de Contratista. En particular, cuidará de en qué en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga, los materiales no sufran deterioros, evitando golpes, roces o daños, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos.

Bajo ningún concepto se podrán utilizar los materiales a instalar como elementos auxiliares tales como palancas o arriostramientos.

Queda prohibido el empleo del volquete en la descarga del material.

23.10 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.

23.10.1 Ejecución de la obra

23.10.1.1 Trazado

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se vayan a abrir las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen puentes o llaves para la contención del terreno. Si se conocen las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones necesarias.

Se realizará la señalización de los trabajos de acuerdo con la normativa vigente y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos y personal.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar

23.10.1.2 Demolición de pavimentos

Se efectuará con medios manuales o mecánicos, trasladando a vertedero autorizado los cascotes y tierras sobrantes.

Para dar cumplimiento a la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública, las herramientas neumáticas que hayan de utilizarse, así como los compresores, serán del tipo insonorizados.

Cuando se trate de calzadas con mortero asfáltico u hormigón en masa se efectuara previamente un corte rectilíneo de una anchura 5-10 cm superior a la anchura de la zanja tipo.

23.10.1.3 Aperturas de zanjas

Antes del inicio de la obra se obtendrá de las Empresas de Servicios la afectación que la traza indicada en el plano de obra tiene sobre sus instalaciones. Será responsabilidad de la Empresa que ejecuta los trabajos, cualquier daño ocasionado a terceros.

Se iniciará la obra efectuando catas de prueba con objeto de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido.

Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

En el caso de que exista o se prevea la instalación de nuevos servicios y estos comprometan la seguridad del tendido de la red subterránea de MT, se aumentará la profundidad de la zanja de acuerdo con el técnico encargado de la obra designado por EDE

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 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.

23.10.1.4 Canalizaciones

Las zanjas a construir deberán ser paralelas a la línea de bordillo a una distancia tal que permita salvar los albañales de recogida de aguas y futuras construcciones de éstos.

En el caso de tubulares directamente enterrados estos se instalarán sobre un lecho de arena y posteriormente serán cubiertos también con arena. Las dimensiones serán las indicadas en el proyecto.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

Para tubos en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón HNE-15/B/20 de 6 cm de espesor.

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 a distinta profundidad los tubos previstos para la MT y para la BT.

En tramos largos se evitará la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

23.10.1.5 Transporte, almacenamiento y acopio de los materiales a pie de obra Trazado

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.

23.10.2 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 envoltura, (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, al terminar el trabajo, las instalaciones averiadas deberán dejarse en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.

No se pasarán por un mismo tubo más de una terna de cables unipolares.

Los extremos de los tubulares deberán quedar sellados.

23.10.2.1 Protección mecánica y señalización

El cable se protegerá mecánicamente mediante placa de polietileno normalizada, según se indica en los planos correspondientes y solamente para cable en tubo directamente enterrado.

Adicionalmente, todo conjunto de cables deberá estar señalado por una cinta de atención colocada a la distancia indicada en el correspondiente plano.

23.10.2.2 Cierre de zanjas

En tubo directamente enterrado, en el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena de río de un espesor de 5 cm sobre la que se depositara el tubo a instalar, que se cubrirá con otra capa de arena de idénticas características hasta la altura indicada en el proyecto; sobre esta se colocara como protección mecánica placas de plástico sin halógenos (PE) según especificación técnica EDE correspondiente, colocadas longitudinalmente al sentido del tendido del cable.

En todos los casos, incluido el tubo hormigonado, a continuación se extenderá otra capa, con tierra procedente 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 rellenara la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Se instalara la cinta de señalización que servirá para indicar la presencia de los cables durante eventuales trabajos de excavación según indican los planos del proyecto

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizara o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm. En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

En las zonas donde se requiera efectuar reposición de pavimentos, se rellenará hasta la altura conveniente que permita la colocación de éstos.

Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse durante el tiempo de garantía exigido.

Será necesario presentar a EDE los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio realizados durante la ejecución de las obras, y muy especialmente los referentes a compactaciones de las distintas tongadas de relleno ejecutadas.

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.).

23.10.2.3 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.

23.10.2.4 Empalmes y conectores

Para la confección de empalmes y conectores se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes aceptados por EDE. 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, semiconductora 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 se conectarán a tierra en ambos extremos.

23.10.2.5 Señalización de la obra

La señalización de las zonas de trabajo, se realizará de acuerdo con el estudio básico de Seguridad y Salud que figure en el proyecto, así como por todo lo recogido en el plan de de seguridad y salud efectuado por el contratista antes de empezar la ejecución y aprobado por el técnico de Seguridad y Salud responsable de la obra.

Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.

23.10.2.6 Ensayo conductores

Con carácter previo a la puesta en servicio de las líneas subterráneas de Media Tensión se ensayarán los conductores de acuerdo a lo indicado en la ICT-LAT 05 y 06. Estos ensayos se tendrán que presentar a EDE.

Condiciones técnicas de ejecución y montaje de centros de transformación prefabricados superficie.

23.10.3 Recepción de obra

Como ya se ha indicado anteriormente, durante el desarrollo de las obras de construcción, EDE realizará las visitas oportunas para comprobar la correcta ejecución de los trabajos y la inexistencia de vicios ocultos en la obra.

Con carácter general se verificará la correcta ejecución de la totalidad de las instalaciones, prestando especial atención a los siguientes aspectos:

- Dimensiones de la zanja.
- Dimensiones y número de tubos.
- Paralelismo y cruzamientos con otros servicios.
- Transporte y acopio de las bobinas.
- Tendido de conductores mediante dispositivos mecánicos.
- Protección y señalización.
- Ejecución de terminaciones y empalmes.

23.11 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS SUPERFICIE

23.11.1 Realización de los accesos

Los caminos que se efectúen para el acceso al CT se realizarán de modo que se produzcan las mínimas alteraciones del terreno.

Todos los accesos serán acordados, en cada caso, previamente con los correspondientes propietarios.

Está prohibido alterar las escorrentías naturales del agua, así como realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento natural de los mismos. Cuando las características del terreno lo obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones del terreno.

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de los accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de instalación, etc., sin la previa autorización de la Dirección de Obra.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.

Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.

Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.

Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.

Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.

Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.

Queda prohibido abandonar residuos de cualquier tipo y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

23.11.2 Excavación y Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del CT según los datos suministrados por el Proyectista, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa de la Dirección de Obra.

El terreno sobre el cual deba ir situado el CT deberá haberse compactado previamente con un grado de compactación no menor al 90% de la densidad correspondiente para los materiales de relleno en el ensayo Próctor Modificado.

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

Se realizará la excavación del foso con las medidas indicadas por el fabricante, en función del modelo de Edificio a instalar.

Una vez realizada la excavación, y en primer lugar, se realizará el electrodo de puesta a tierra compuesto por el anillo conductor de 50 mm² Cu y el número de picas en función de la resistividad del terreno de acuerdo con el diseño del proyecto, y se medirá siempre el valor de la resistencia de puesta a tierra, siendo éste igual o inferior al calculado.

Para que el EP descansa de forma uniforme, se preparará, en su caso, sobre el terreno una solera de hormigón que sea capaz de soportar los esfuerzos verticales producidos por su propio peso.

Para que el EP se asiente perfectamente sobre la solera, deberá disponerse en toda su superficie una capa de arena de 15 cm de grosor.

La solera deberá cumplir los siguientes requisitos:

Será de hormigón armado de resistencia característica 25 N/mm², con malla electrosoldada de barras de acero corrugadas de \varnothing 4 mm y cuadro de 20 x 20 cm.

Tendrá un grosor de 15 cm como mínimo.

Sus dimensiones en longitud y anchura serán tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo como mínimo 40 cm por cada lado.

Deberán establecerse tubos de paso para la conexión de puesta a tierra, los cuales se situarán en función del EP a utilizar.

Siempre que el desarrollo urbanístico del entorno lo permita, se realizará una acera perimetral de hormigón de 1 m de ancho, o como mínimo en la zona de acceso al CT, a fin de tener un terreno de resistividad superficial elevada, y como medida de seguridad adicional.

En la excavación se tendrán presentes las siguientes instrucciones generales:

Cuando al realizar la excavación, el Contratista observe que el terreno es anormalmente blando, se encuentra en terreno pantanoso o aparece terreno de relleno, deberá ponerlo en conocimiento del técnico encargado de la obra por si fuere preciso aumentar las dimensiones de la excavación. Análogas consideraciones se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o terreno deslizante

La excavación comprende, además de la apertura de hoyo en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes, el agotamiento de aguas, el entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento del hoyo

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, la Dirección de Obra concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas el foso amenazara derrumbarse, deberá ser entibado, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en el foso, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

El Contratista se compromete a colocar y mantener las señalizaciones y protecciones necesarias, en el hoyo, para evitar la caída de personas o animales.

La ocupación de suelo será solamente lo previsto en las dimensiones de la cimentación.

La tierra sobrante de la excavación deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50 metros.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de los elementos del sistema de puesta a tierra según lo estipulado en el Proyecto.

23.11.3 Hormigones

Se emplearán, en caso necesario, preferentemente hormigones fabricados en central. En casos excepcionales, con autorización expresa de la Dirección de Obra, la mezcla de los componentes del hormigón se podrá efectuar con hormigonera, nunca a mano

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm² (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm² (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m ³ de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

La Dirección de Obra podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón

y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

23.11.4 Puesta en obra del hormigón

El vertido del hormigón se realizará con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

Iniciado el hormigonado, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir un hormigonado, al reanudar la obra, se lavará con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C o superior a 40° C.

Cuando se esperen temperaturas inferiores a 0° C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

Los medios de fijación de la base o anclajes no podrán tocarse ni desmontarse hasta pasadas, como mínimo, 24 horas desde la terminación del hormigonado

23.11.5 Encofrados

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado, en su caso, presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que la Dirección de Obra autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada es extensivo para los recrecidos.

23.11.6 Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la

relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por la Dirección de Obra. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MAXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

23.11.7 Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente.

No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

23.11.8 Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

23.11.9 Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización de la Dirección de Obra.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa de la Dirección de Obra o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte de la Dirección de Obra.

23.11.10 Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar.

23.11.11 Control de calidad

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

23.11.12 Control de consistencia

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

23.11.13 Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la “Instrucción de Hormigón estructural (EHE)” en vigor para la modalidad de “Ensayos de Control Estadístico del Hormigón”.

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar a la Dirección de Obra los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Dirección de Obra procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes

23.11.14 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo de la Dirección de Obra, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la “Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)” y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa de la Dirección de Obra para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por la Dirección de Obra se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

23.12 Condiciones técnicas para la obra civil en líneas eléctricas subterráneas de baja tensión

23.12.1 Preparación y programación de la obra.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica subterránea de baja ten-

sión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

23.12.2 Zanjas.

23.12.2.1 Zanjas en tierra.

23.12.2.2 Ejecución.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena.
- c) Colocación de la cinta de Atención al cable.
- d) Tapado y apisonado de las zanjas.
- e) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- f) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

23.12.2.2.1 Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza Junior, se ejecutarán en terrenos de dominio público, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales o bordes de caminos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 10 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existente como futuro, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

23.12.2.2.2 Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

23.12.2.2.3 Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de alta tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada tubo con terna de cables unipolares de baja tensión y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

23.12.2.2.4 Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la

deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

23.12.2.2.5 Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

23.12.2.2.6 Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

23.12.3 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

23.12.3.1 Zanja normal para baja tensión.

Se considera como zanja normal para cables de baja tensión la que tiene 0,40 m. de anchura media y profundidad 0,70 m, tanto en aceras como en calzada o tierra. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

Los cables serán tendidos en el interior de cables PE de 160mm de diámetro.

23.12.3.2 Zanja para baja tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- a. Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- b. Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- c. Se procurará que los cables de BT discurren por encima de los cables de alta tensión y de las canalizaciones de agua.
- d. Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

23.12.3.3 Zanjas en roca.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

23.12.3.4 Rotura de pavimentos.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a. La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- b. En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

23.12.3.5 Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

23.12.4 Cruces (cables entubados).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes, aunque en la ejecución de nuestro proyecto se ha realizado toda la canalización bajo tubo, quedando un extra de reserva en:

- A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- B) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- C) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- D) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

23.12.5 Materiales.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- a. Los tubos tendrán un diámetro nominal de 160 mm y cumplirán la Norma ENDESA CNL002, así como las Especificaciones Técnicas ENDESA Referencias 6700144 y 6700145.
- b. Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.
- c. El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- d. La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- e. Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceas, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.
- f. Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- g. AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

h. MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

23.12.6 Dimensiones y características generales de ejecución.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es Junior que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 16 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a una profundidad menor a la indicada en los planos, se dispondrán en vez de tubos de PE, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se queda de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso o poliuretano, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 6 cm de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 10 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas, colocándose tapas de arqueta de clase D400 según norma UNE 41301.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón o de material plástico deben de cumplir la Norma ONSE 01.01-16. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán igualmente con la norma ONSE 01.01-14.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

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

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,20 m.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,20 m para canalizaciones de gas, 1 m en caso de arterias principales.
- 0,20 m para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe ser situado por debajo del cable de telecomunicación.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la Junior distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,20 m en los cables interurbanos o a 0,30 m en los cables urbanos.

23.12.8 Tendido de cables.

23.12.8.1 Tendido de cables en galería o tubulares.

23.12.8.1.1 Tendido de cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de alta tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de alta tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

23.12.9 Montajes.

23.12.9.1 Empalmes.

Se construirán mediante manguitos con recubrimiento de aislamiento. El sistema de punzonado será con matrices con punzonado profundo escalonado.

Los manguitos cumplirán lo indicado en la Norma ENDESA NNZ036, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700080 a 6700083, 6700085 a 6700087, y 6700092 a 6700094, según corresponda en cada caso.

El restablecimiento del aislamiento se realizará con manguitos termorretráctiles, que deben cumplir las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700123 y 6700124, según corresponda. En caso de posibilidad de presencia de gas, se emplearán manguitos contráctiles en frío, que deben cumplir las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700121 y 6700122, según corresponda.

23.12.9.2 Derivaciones.

Las derivaciones se realizarán mediante conectores de derivación por compresión. Estos conectores cumplirán las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6702175 a 6702187, según corresponda en cada caso.

La reconstitución del aislamiento se realizará con recubrimiento mediante elementos prefabricados termorretráctiles o retráctiles en frío, que cumplirán las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700078 6700079 y 6702241, según corresponda en cada caso.

23.12.9.3 Terminales.

Serán bimetálicos con engastado mediante punzonado profundo escalonado y cumplirán lo indicado en la Norma ENDESA NNZ014, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700010 a 6700013, según corresponda en cada caso.

23.12.10 Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

23.13 EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EDIFICIO PREFABRICADO DE SUPERFICIE

INSTALACION DE CELDAS MT

Una vez descargadas con ayuda de una grúa, se alineará el bloque según las instrucciones de montaje del fabricante, y se fijará provisionalmente para deslizamientos.

Al objeto de asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos de corte y seccionamiento, es imprescindible procurar una correcta nivelación. Las celdas deberán descansar sobre sus 4 puntos de apoyo y todo el grupo sobre el mismo plano, de tal forma que no existan deformaciones ni alabeos

de las superficies de apoyo por esfuerzos transmitidos por las celdas adyacentes mal asentadas o por las barras de unión de los polos de los interruptores-seccionadores.

Una vez acoplados todos los grupos, se unirán a las barras colectoras según las instrucciones del fabricante

A continuación se procederá al anclaje definitivo de la celda a la fundación.

Para el montaje de los cables se seguirán las instrucciones del fabricante

Con temperaturas inferiores a 0°C no deben ser instalados los cables, pues pueden sufrir daños en el aislamiento al curvarlos.

Deberá evitarse que el extremo del cable choque contra alguna parte inferior de la unidad con el riesgo de arañarlo.

Durante la operación de montaje de celdas se establecerá la continuidad de todo el circuito general de tierra de las celdas.

La conexión exterior al circuito de tierra se realizará en los puntos acondicionados para ello.

INSTALACION DEL TRANSFORMADOR

El transformador será arrastrado preferentemente sobre planchas metálicas, hasta su celda, colocándolo sobre las vigas de sustentación.

INSTALACION DEL CUADRO BT

Los cuadros de baja tensión modulares se recibirán sobre el paramento asignado, anclándolo al bastidor instalado a tal efecto.

PUNTES 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 AT.

Se tendrá especial cuidado en colocar los cables de modo que no tapen, ni siquiera parcialmente, los huecos o rejillas de ventilación, procurando dejarlos bien peinados y colocados de modo que la evacuación de calor sea la mejor posible.

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.

PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se ejecutarán de la forma indicada en la Memoria del presente Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación entre circuitos, constitución y valores deseados para las resistencias de puesta a tierra.

En ninguno de los dos sistemas de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren una perfecta unión, de forma que no haya peligro de aflojarse o soltarse. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

23.14 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección de Obra procederá, en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrado su correcto funcionamiento.

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección de Obra en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se comprobará que la realización de las obras de tierra y hormigonado y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará atención sobre la verificación de los siguientes puntos:

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Se medirá la resistencia de aislamiento en los siguientes elementos:

Cables de 3ª Categoría de alimentación al CT

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Cables de 3ª Categoría de alimentación al transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre AT y BT, entre AT y masa y entre BT y masa, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se medirán las resistencias de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto y se comprobará que los valores obtenidos son inferiores a los valores requeridos en la reglamentación vigente.

Se verificará, igualmente, que la separación entre ambos circuitos de tierra es adecuada, así como la buena ejecución y estado de la instalación.

ELEMENTOS DE MANIOBRA

Los elementos de maniobra instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará que están perfectamente identificados y se actuará sobre los distintos dispositivos verificando su correcto funcionamiento.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los elementos de protección instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará el buen funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación.

Málaga, Febrero 2021



El Ingeniero Técnico Industrial
Rafael Flores Ventura

Número de Colegiado 5.557
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

Documento 5

PRESUPUESTO

24 PRESUPUESTO

24.1 DESCRIPCIÓN

La línea subterránea a ejecutar discurre por **el término municipal** de El Burgo. Para ello se realizarán las siguientes actuaciones:

- Previo a la instalación, se realizará el desmantelamiento de varios tramos de línea existente:
 - Desmantelamiento de 18 metros de línea aérea de media tensión existente, así como desmantelamiento de apoyo existente y del CD 2018 a desplazar.
 - Desmantelamiento de 3 metros de línea subterránea de media tensión existente
 - Desmantelamiento de 41 metros de línea aérea de baja tensión existente
- LSMT: Se realizará la instalación de 2 nuevos tramos de línea subterránea de media tensión de 2 metros cada uno, procedentes de las celdas 17 y 37 del nuevo CD 2018, con conductores RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 mm² Al, hasta conexión en apoyo a instalar con línea aérea de media tensión existente.
- LAMT: Se realizará tendido de un tramo de 11 metros de doble circuito LA-56 desde apoyo existente N^o1 hasta apoyo a instalar N^o3. Se realizará una conversión aéreo-subterránea en apoyo N^o3 a instalar.
- LSBT: Se realizará la instalación de 1 tramo de 8 líneas subterráneas de baja tensión, 7 de ellas con una longitud de 14 metros y una última con una longitud de 16 metros, todos ellos con conductores RV 0,6/1 kV 3x1x240+1x150 mm² Al a instalar, bajo 12 metros de canalización existentes con tubos libres y 4 metros de canalización a instalar. La nueva canalización se repartirá en 2 metros de canalización de 10T de PE de diámetro 160 mm y 2 metros de canalización 2T de PE de diámetro 160 mm. Será necesaria la ejecución de 2 arquetas tipo A2.
- LABT: Se realizará la instalación de un tramo de 5 metros de doble circuito con conductores RZ 3x95/54,6mm² desde arqueta N^o3 a instalar hasta conexión con línea aérea de baja tensión existente.

Serán necesarias 8 conversiones aéreo-subterráneas. 7 de estas conversiones se realizarán en arqueta a instalar N^o3, mientras que la octava conversión se realizará en arqueta a instalar N^o4.

- Nuevo CD 2018: El nuevo CD a instalar será de tipo prefabricado PFU-5 ORMAZABAL, y llevará la siguiente configuración:
 - Celda modular con configuración 2L+P, cuadro de baja tensión y ampliación y transformador de 630 kVA tipo B2 con una relación de transformación 20/0,40 kV

24.2 PRESUPUESTO GENERAL

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
M	TENDIDO EN TUBULAR 1CIRCUITO 3X1X240mm ² AL RH5Z1 18/30 KV INCLUIDO EL MATERIAL	4,00	3,10	12,40
UD	CONJUNTO TER. INT. MONOBLOC FRIO 18/30KV A240 MM ²	6,00	27,46	164,76
UD	JUEGO TERMINACIONES CABLE SUBTERRANEO MT	6,00	73,10	438,60
M	DESMONTAJE CIRCUITO MT EN TUBULAR	6,00	0,50	3,00
M	CANALIZACIÓN TIPO B 2T	2,00	31,00	62,00
M	CABLE AISL.SECO 18/30 KV 1X240 MM2 AL	12,00	5,39	64,68
UD	EMPALME CABLE SUBTERRANEO MT	3,00	77,60	232,80
UD	CATA LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS MT	1,00	38,80	38,80
UD	MONTAJE CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA MT	2,00	1.100,80	2.201,60
TOTAL PARCIAL LSMT				3.218,64 €
CD				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
UD	CIRCUITO ALUMBRADO Y PROTECCION CT SUPERFICIE 1 TRAF0	1,00	160,80	160,80
UD	MANIOBRA Y CREACIÓN Z.P MT, 2 PAREJA	1,00	214,61	214,61
UD	COLOCACIÓN CARTELERÍA (AVISOS) EN TRABAJO	1,00	29,58	29,58
UD	COMUNICACIÓN INDIVIDUAL DE CORTE PROGRAMADO	1,00	27,45	27,45
M	DESMONTAJE CABLE MT/BT CUALQUIER SECCION	10,00	0,30	3,00
M	TENDIDO CABLE AL MT	10,00	0,60	6,00
UD	INSTALACION CUADRO BT CT INTERIOR+AMPLIACION	1,00	73,50	73,50
UD	DESMONTAJE CUADRO	1,00	22,50	22,50

UD	DESMONTAJE CELDA MODULAR	3,00	45,00	135,00
UD	INSTALACIÓN TRAFOS CT	1,00	100,05	100,05
UD	COLOCACION CELDA MODULAR MT	3,00	49,50	148,50
UD	DESMONTAJE TRANSFORMADOR CON ACCESO DIRECTO O CTI	1,00	95,80	95,80
UD	PUESTA A TIERRA NEUTRO Y PROTECCIÓN	1,00	80,80	80,80
UD	CELDA 24kV 630A SF6+SF6 LINEA	2,00	1322,83	2.645,66
UD	CELDA 24kV 630A SF6+SF6 TRANSFORMADOR	1,00	2004,00	2.004,00
UD	TRAFOS 630 Kva B2	1,00	5246,00	5.246,00
UD	PUENTE BT CT TRAFOS DE 630KVA	1,00	23,97	23,97
UD	PUESTA A TIERRA NEUTRO Y PROTECCIÓN	1,00	74,00	74,00
UD	CENTRO PFU-5	1,00	3900,00	3.900,00
TOTAL PARCIAL CD INTERIOR				14.991,22 €
LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
UD	CIRCUITO CABLE RV 0,6 / 1KV 3X1X240+1X150MM2 AL 0,6-1 KV RV SUBT.AISLADO	114,00	9,16	1.044,24
UD	TENDIDO BAJO TUBO BT<=50MM2	114,00	3,00	342,00
UD	TERMINAL BIMETAL.PALA	1,00	3,60	3,60
UD	CANALIZ. TIPO A EN ACERADO 2T (PROFUNDIDAD < 1M)	2,00	36,10	72,20
UD	CANALIZ. TIPO A EN ACERADO 10T (PROFUNDIDAD < 1M)	2,00	46,20	92,40
UD	ARQUETA TIPO A2	2,00	410,00	820,00
UD	FUSIBLE 250 A	8,00	3,80	30,40
UD	MONTAJE CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA BT	8,00	887,10	7.096,80
M	REPOSICION DE TIERRAS O PAVIMENTO	1,00	22,20	22,20
TOTAL PARCIAL LSBT				9.523,84 €

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
UD	MONTAJE CONVERSION AÉREO-SUBTERRÁNEA MT	1,00	1.100,80	1.100,80
UD	INSTALAR ANTIESCALO DE CHAPA O FIBRA MT/BT	1,00	360,00	360,00
UD	INSTALACIÓN CONJUNTO PARARRAYOS MT. INCLUYE TODA LA INSTALACIÓN Y PAT	1,00	22,60	22,60
UD	APERTURA O CIERRE PUENTES 1C SOBRE APS	1,00	96,63	96,63
UD	CONJUNTO SECCIONADOR I 24 O 36 KV CUALQUIER ZONA	1,00	195,60	195,60
UD	RETENSADO DE UN VANO (3 FASES)	1,00	222,00	222,00
UD	SEÑALIZACIÓN APOYO METÁLICO	1,00	18,28	18,28
M	TENDIDO CIRCUITO 3XLA56 (INCLUYE MANO DE OBRA)	22,00	8,26	181,72
KG	MONTADO ARMADO SEMICRUCETA (POR KG)	210,00	0,40	84,00
UD	SEMICRUCETA 1,5 M ZONA A Ó B APOYO	3,00	47,20	141,60
KG	DESMONTAJE KG HIERRO APOYO METÁLICO	660,00	0,30	198,00
M	DESMONTAJE CIRCUITOT AL-56	36,00	0,80	28,80
UD	APOYO METAL CELOSIA MT C2000-14	1,00	553,00	553,00
TOTAL PARCIAL LAMT				3.203,03 €
LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
M	DESMONTAJE DE CIRCUITO	41,00	0,94	38,54
UD	CONEXIÓN A RED TRENZADA	8,00	290,98	2.327,84
M	CIRCUITO CABLE RZ 3X95AL-54,6 ALM 0,6-1	10,00	3,33	33,30
UD	AMARRE EN FACHADA	2,00	40,35	80,70
TOTAL PARCIAL LABT				2.480,38 €
GESTIÓN DE RESÍDUOS				91,54 €
TOTAL DEL PRESUPUESTO EUROS				33.508,65 €

El presente presupuesto asciende a la cantidad de treinta y tres mil ocho euros con sesenta y cinco céntimos.

Málaga, Febrero 2021



El Ingeniero Técnico Industrial
Rafael Flores Ventura

Número de Colegiado 5.557
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

Documento 6

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

25 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

25.1 OBJETO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, identificando los riesgos laborales evitables, indicando las medidas correctoras necesarias para ello, y los que no puedan eliminarse, indicando las medidas tendentes a controlarlos o reducirlos, valorando su eficacia, todo ello de acuerdo con el Artículo 6 del RD 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las Obras de Construcción.

De acuerdo con el artículo 3 del RD 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

25.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA Y SITUACIÓN

Este ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, se elabora para la obra:

Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga)

25.3 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Siguiendo las instrucciones del Real Decreto 1627/1997, antes del inicio de los trabajos en obra, la empresa adjudicataria de la obra, estará obligada a elaborar un "plan de seguridad y salud en el trabajo", en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones que se adjuntan en el estudio básico.

25.4 ACTIVIDADES BÁSICAS

Durante la ejecución de los trabajos en obra se pueden destacar como actividades básicas:

25.4.1 Tendido de cable subterráneo (C.S)

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Apertura y acondicionamiento de zanjas para el tendido de cables.
- Tendido de cables subterráneos.
- Realización de conexiones en cables subterráneos.

- Reposición de tierras, cierre de zanjas, compactación del terreno y reposición del pavimento.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).

25.4.2 Tendido de línea aérea (L.A.)

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Excavaciones para cimientos de apoyos para líneas aéreas.
- Hormigonado de cimientos.
- Izado de apoyos de hormigón, madera y chapa.
- Izado y montaje de postes de celosía.
- Montaje de hierros y aisladores en apoyos.
- Tendido de conductores sobre los apoyos.
- Realización de conexiones en líneas aéreas.
- Montaje de equipos de maniobra y protección.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la zarza.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).
- Operaciones específicas para realizar trabajos en tensión.

25.4.3 Construcción de centro de transformación, interior o intemperie (C.T.)

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Obra civil para la construcción del edificio.
- Excavaciones para los cimientos de postes de líneas aéreas.
- Hormigonado de cimientos.
- Levantamiento y montaje de postes de celosía.
- Montaje de hierros y aisladores en los apoyos.
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).

25.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

25.5.1 Riesgos laborales

	C.S.	L.A.	C.T.
- Caídas de personal al mismo nivel		X	X
Per deficiencias del suelo	X	X	X
Por pisar o tropezar con objetos	X	X	X
Por malas condiciones atmosféricas	X	X	X
Por existencia de vertidos o líquidos	X	X	X
- Caídas de personal o diferente nivel	X	X	X
Por desniveles, zanjas o taludes	X	X	X
Por agujeros	X	X	X
Desde escaleras, portátiles o fijos	X	X	X
Desde andamio			X
Desde techos o muros			X
Desde apoyos		X	X
Desde árboles		X	X
- Caídas de objetos	X	X	X
Por manipulación manual	X	X	X
Por manipulación con aparatos elevadores	X	X	X
- Desprendimientos, hundimientos o ruinas	X	X	X
Apoyos		X	X
Elementos de montaje fijos		X	X
Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X	X
- Choques y golpes	X	X	X
Contra objetos fijos y móviles	X	X	X
Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X	X
- Atrapamientos	X	X	X
Con herramientas	X	X	X
Por maquinaria o mecanismos en movimiento	X	X	X
Por objetos	X	X	X
- Cortes	X	X	X
Con herramientas	X	X	X
Con máquinas	X	X	X

	C.S.	L.A.	C.T.
Con objetos	X	X	X
- Proyecciones	X	X	X
Por partículas sólidas	X	X	X
Por líquidos	X	X	X
- Contactos térmicos	X		X
Con fluidos	X		X
Con focos de calor	X		X
Con proyecciones	X		X
- Contactos químicos	X		X
Con sustancias corrosivas	X		X
Con sustancias irritantes	X		X
Con sustancias químicas	X		X
- Contactos eléctricos	X	X	X
Directos	X	X	X
Indirectos	X	X	X
Descargas eléctricas	X	X	X
- Arco eléctrico	X	X	X
Por contacto directo	X	X	X
Por proyección	X	X	X
Por explosión en corriente continua	X	X	X
- Manipulación de cargas o herramientas	X	X	X
Para desplazarse, levantar o sostener cargas	X	X	X
Para utilizar herramientas	X	X	X
Por movimientos repentinos	X	X	X
- Riesgos derivados del tráfico	X	X	X
Choque entre vehículos y contra objetos fijos	X	X	X
Atropellos	X	X	X
Fallos mecánicos y tumbada de vehículos	X	X	X
- Explosiones	X		
Por atmósferas explosivas	X		

- Por elementos de presión
- Por voladuras o material explosivo
- Agresión de animales
 - Insectos
 - Reptiles
 - Perros y gatos
 - Otros
- Ruidos
 - Por exposición
- Vibraciones
 - Por exposición
- Ventilación
 - Por ventilación insuficiente
 - Por atmósferas bajas en oxígeno
- Iluminación
 - Para iluminación ambiental insuficiente
 - Por deslumbramientos y reflejos
- Condiciones térmicas
 - Por exposición a temperaturas extremas
 - Por cambios repentino en la temperatura
 - Por estrés térmico

C.S.	L.A.	C.T.
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X		X
X		
X		X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X		X
X		X
		X
		X

25.5.2 Riesgos y daños a terceros

- Por la existencia de curiosos
- Por la proximidad de circulación vial
- Por la proximidad de zonas habitadas
- Por presencia de cables eléctricos con tensión
- Por manipulación de cables con corriente
- Por la existencia de tuberías de gas o de agua

C.S.	L.A.	C.T.
	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

25.6 MEDIDAS PREVENTIVAS

Para evitar o reducir los riesgos relacionados, se adoptarán las siguientes medidas:

25.6.1 Prevención de riesgos laborales a nivel colectivo

- Se mantendrá el orden y la higiene en la zona de trabajo.
- Se acondicionarán pasos para peatones.
- Se procederá al cierre, balizamiento y señalización de la zona de trabajo.
- Se dispondrá del número de botiquines adecuado al número de personas que intervengan en la obra.
- Las zanjas y excavaciones quedarán suficientemente manchadas y señalizadas.
- Se colocarán tapas provisionales en agujeros y arquetas hasta que no se disponga de las definitivas.
- Se revisará el estado de conservación de las escaleras portátiles y fijas diariamente, antes de iniciar el trabajo y nunca serán de fabricación provisional.
- Las escaleras portátiles no estarán pintadas y se trabajará sobre las mismas de la siguiente manera:
 - Sólo podrá subir un operario.
 - Mientras el operario está arriba, otro aguantará la escalera por la base.
 - La base de la escalera no sobresaldrá más de un metro del plano al que se quiere acceder.
 - Las escalas de más de 12 m se atarán por sus dos extremos.
 - Las herramientas se subirán mediante una cuerda y en el interior de una bolsa.
 - Si se trabaja por encima de 2 m utilizará cinturón de seguridad, anclado a un punto fijo distinto de la escala.
- Los andamios serán de estructura sólida y tendrán barandillas, barra a media altura y zócalo.
- Se evitará trabajar a diferentes niveles en la misma vertical y permanecer debajo de cargas suspendidas.
- La maquinaria utilizada (excavación, elevación de material, tendido de cables, etc.) sólo será manipulada por personal especializado.
- Antes de iniciar el trabajo se comprobará el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo.
- Las máquinas de excavación dispondrán de elementos de protección contra vuelcos.
- Se procederá al entibado de las paredes de las zanjas siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad.
- Se comprobará el estado del terreno antes de iniciar la jornada y después de lluvia intensa.
- Se evitará el almacenamiento de tierras junto a las zanjas o agujeros de fundamentos.
- En todas las máquinas los elementos móviles estarán debidamente protegidos.

- Todos los productos químicos a utilizar (disolventes, grasas, gases o líquidos aislantes, aceites refrigerantes, pinturas, siliconas, etc.) se manipularán siguiendo las instrucciones de los fabricantes.
- Los armarios de alimentación eléctrica dispondrán de interruptores diferenciales y tomas de tierra.
- Se utilizarán transformadores de seguridad para trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad.
- Todo el personal deberá haber recibido una formación general de seguridad y además el personal que deba realizar trabajos en altura, formación específica en riesgos de altura
- Por trabajos en proximidad de tensión el personal que intervenga deberá haber recibido formación específica de riesgo eléctrico.
- Los vehículos utilizados para transporte de personal y mercancías estarán en perfecto estado de mantenimiento y al corriente de la ITV.
- Se montará la protección pasiva adecuada a la zona de trabajo para evitar atropellos.
- En las zonas de trabajo que se necesite se montará ventilación forzada para evitar atmósferas nocivas.
- Se colocarán válvulas antirretroceso en los manómetros y en las cañas de los soldadores.
- Las botellas o contenedores de productos explosivos se mantendrán fuera de las zonas de trabajo.
- El movimiento del material explosivo y las voladuras serán efectuados por personal especializado.
- Se observarán las distancias de seguridad con otros servicios, por lo que se requerirá tener un conocimiento previo del trazado y características de las mismas.
- Se utilizarán los equipos de iluminación que se precisen según el desarrollo y características de la obra (adicional o socorro).
- Se retirará la tensión en la instalación en que se tenga que trabajar, abriendo con un corte visible todas las fuentes de tensión, poniéndolas a tierra y en cortocircuito. Para realizar estas operaciones se utilizará el material de seguridad colectivo que se necesite.
- Sólo se restablecerá el servicio a la instalación eléctrica cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando.
- Para la realización de trabajos en tensión el contratista dispondrá de:
 - Procedimiento de trabajo específico.
 - Material de seguridad colectivo que se necesite.
 - Aceptación de la empresa distribuidora eléctrica del procedimiento de trabajo.
 - Vigilancia constante de la cabeza de trabajo en tensión.

25.6.2 Prevención de riesgos laborales a nivel individual

El personal de obra debe disponer, con carácter general, del material de protección individual que se relaciona y que tiene la obligación de utilizar dependiendo de las actividades que realice:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada para el tipo de trabajo que se realice.

- Impermeable.
- Calzado de seguridad.
- Botas de agua.
- Trepadora y elementos de sujeción personal para evitar caídas entre diferentes niveles.
- Guantes de protección para golpes, cortes, contactos térmicos y contacto con sustancias químicas.
- Guantes de protección eléctrica.
- Guantes de goma, neopreno o similar para hormigonar, albañilería, etc.
- Gafas de protección para evitar deslumbramientos, molestias o lesiones oculares, en caso de:
 - Arco eléctrico.
 - Soldaduras y oxicorte.
 - Proyección de partículas sólidas.
 - Ambiente polvoriento.
- Pantalla facial.
- Orejeras y tapones para protección acústica.
- Protección contra vibraciones en brazos y piernas.
- Máscara autofiltrante trabajos con ambiente polvoriento.
- Equipos autónomos de respiración.
- Productos repelentes de insectos.
- Aparatos asusta-perros.
- Pastillas de sal (estrés térmico).

Todo el material estará en perfecto estado de uso.

25.6.3 Prevención de riesgos de daños a terceros

- Vallado y protección de la zona de trabajo con balizas luminosas y carteles de prohibido el paso.
- Señalización de calzada y colocación de balizas luminosas en calles de acceso a zona de trabajo, los desvíos provisionales por obras, etc.
- Riesgo periódico de las zonas de trabajo donde se genere polvo.

25.7 NORMATIVA APLICABLE

En el proceso de ejecución de los trabajos deberán observarse las normas y reglamentos de seguridad vigentes. A título orientativo, y sin carácter limitativo, se adjunta una relación de la normativa aplicable:

- Decreto de 26 de julio de 1957, por el que se regulan los Trabajos prohibidos a la mujer y a los menores.

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RD 337/2014, 9 Mayo), así como las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 31 de agosto de 1987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, 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 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, por el que se establecen las 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 entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, 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, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Orden de 12 de enero de 1998, por la que se aprueba el modelo de Libro de Incidencias en las obras de construcción.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Decreto 399/2004, de 5 de octubre de 2004, por el que se crea el registro de delegados y delegadas de prevención y el registro de comités de seguridad y salud, y se regula el depósito

de las comunicaciones de designación de delegados y delegadas de prevención y constitución de los comités de seguridad y salud.

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Convenios colectivos.
- Ordenanzas municipales.

- Instrucción general de operaciones, normas y procedimientos relativos a seguridad y salud laboral de la empresa contratante.

Málaga, Febrero 2021



El Ingeniero Técnico Industrial
Rafael Flores Ventura

Número de Colegiado 5.557
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

Documento 7

GESTIÓN DE RESIDUOS

26 GESTIÓN DE RESIDUOS

26.1 OBJETO

El presente documento tiene por objeto garantizar el cumplimiento de la Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados y el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos, aplicado a Centros de Transformación en edificio hasta 30 kV destinados a formar parte de las redes de distribución de EDE, siendo de aplicación tanto para las instalaciones construidas por la citada empresa como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

En los siguientes apartados se detalla el contenido del “Estudio de Gestión de Residuos” que deben acompañar al proyecto simplificado siempre y cuando se generen residuos.

La gestión de los residuos generados en cada obra se realizará según lo que se establece en la legislación vigente basada en la legislación nacional y complementada con la legislación autonómica mediante Decreto. Dada la heterogeneidad de legislaciones autonómicas dentro del ámbito geográfico de distribución de EDE es recomendable que el proyectista se informe de la necesidad de tramitación y tipo de la misma desde el punto de vista de gestión de residuos dentro de la comunidad autónoma en la que se desarrolla el proyecto técnico.

26.2 CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Proyecto Tipo será de aplicación a los Centros de Transformación para tensiones de servicio de 3ª Categoría (tensiones mayores de 1kV y hasta 30 kV inclusive) y 230/400 V en Baja Tensión (en adelante BT).

26.3 REGLAMENTACIÓN

- *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*
- *Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados*
- *Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.*
- *Normas particulares del Grupo ENDESA y Grupo ENEL.*
- *Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.*

26.4 AGENTES

26.4.1 Productor

El productor está obligado además a disponer de la documentación que acredite que los residuos y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de las obras sometidas a licencia urbanística, el productor de residuos está obligado a constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

26.4.2 Poseedor

En el artículo 5 del RD 105/2008 establece las obligaciones del poseedor de RCD's, en el que se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD's que se vayan a producir en la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes

26.4.3 El gestor

El gestor, según el artículo 7 del Real Decreto 105/2008, cumplirá con las siguientes obligaciones:

a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro, en el que, como mínimo figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificadas con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando

procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a) La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en el real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia.

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 al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

d) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el producto, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

26.5 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN QUE SE GENERAN EN LA OBRA (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

26.5.1 Tipos de residuos

Para cada obra se indicarán los tipos de residuos que se pueden generar, marcando en las casillas correspondientes cada tipo de residuo de construcción y demolición (RCD) que se identifique en la obra de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/ 2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las Categorías de Niveles I, II.

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II.- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. (Abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

El estudio de gestión de residuos de construcción y demolición se ajustará al modelo general siguiente, siendo válidos otros formatos equivalentes, sin perjuicio del resto de documentación que se desee acompañar al mismo por parte del redactor del estudio.

A.1.: RCDs Nivel I

1.TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN

x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo

	1. Asfalto	
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
	2. Madera	
	17 02 01	Madera
	3. Metales	
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
x	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales Mezclados
x	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4. Papel	
	20 01 01	Papel
	5. Plástico	
x	17 02 03	Plástico
	6. Vidrio	
	17 02 02	Vidrio
	7. Yeso	
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétreo

	1. Arena Grava y otros áridos	
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
	2. Hormigón	
x	17 01 01	Hormigón

3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
4. Piedra	
17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Potencialmente peligrosos y otros

1. Basuras	
20 02 01	Residuos biodegradables
20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros	
17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
16 01 07	Filtros de aceite
20 01 21	Tubos fluorescentes
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
16 06 03	Pilas botón
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
15 01 11	Aerosoles vacíos
16 06 01	Baterías de plomo
13 07 03	Hidrocarburos con agua
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

26.5.2 Estimación de la cantidad de residuos que se generan en la obra

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

1. Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
2. Residuos de actividades de nueva construcción
3. Residuos procedentes de demoliciones

NOTA: para una Obra Nueva, en ausencia de datos más contrastados, la experiencia demuestra que se pueden usar datos estimativos estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m² construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tm/m³.

En apoyos suponemos que el 90% de las tierras no se reutilizan y que de éste 90% un 10% es de residuos Nivel II.

La estimación completa de residuos en la obra seguiría una estructura similar o igual a:

1. Obra civil			Cantidad	Unidad	Precio	Importe
Cód.	LER					
1,1		Movimientos de tierra	4,42	m ³	2,25	9,94
17 05 04		Tierras sobrantes	4,420	m ³		
		<i>Residuos generados (densidad= 1500 kg/m³)</i>	<i>6,630</i>	<i>Tm</i>		
1,2		Cimentaciones				
17 01 01		Volumen total hormigón en masa	4,146	m ³	4,35	39,18
		coeficiente de pérdida	1,050			
		<i>Residuos generados</i>	<i>4,353</i>	<i>m³</i>		
		<i>Residuos generados (densidad= 2300 kg/m³)</i>	<i>10,012</i>	<i>Tm</i>		
2. Montaje de las instalaciones						
2,1	17 04 11	Cables	0,72	m ³	12,60	9,12
		Aluminio-acero	0,130	Tm		
		cobre	0,528	Tm		
		acero y fibra óptica	0,000	Tm		
		coeficiente de pérdidas	1,100			
		<i>Residuos generados</i>	<i>0,724</i>	<i>Tm</i>		
2,2	17 04 05	Hierro y acero	0,15	m ³	64,56	9,97
		Herrajes	0,130	Tm		
		Estructuras de los apoyos	0,000	Tm		
		Picas de puesta a tierra	0,010	Tm		
		Antivibradores	0,000	Tm		
		Coeficiente de pérdidas	1,100			
		<i>Residuos generados</i>	<i>0,154</i>	<i>Tm</i>		
2,3	17 02 02	Vidrios				
		Aisladores	0,000	Tm	0,00	51,55
		Coeficiente de pérdidas	1,100			
		<i>Residuos generados</i>	<i>0,000</i>	<i>Tm</i>		
2,4	17 02 03	Plásticos	0,05	Tm	51,55	2,71
		Salvapájaros (PVC)	0,050	Tm		
		coeficiente pérdidas	1,050			
		Láminas envolventes de accesorios y otros	0,000	Tm		
		<i>Total residuos generados</i>	<i>0,053</i>	<i>Tm</i>		
2,5	20 01 01	Papel y cartón				
		Cajas para transporte de aisladores y otros accesorios	0,000	Tm	0,00	12,60
						0,00
3. Residuos peligrosos						
		<i>Residuos generados</i>	<i>0,400</i>	<i>Tm</i>	<i>0,40</i>	<i>51,55</i>
						<i>20,62</i>

26.6 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere. Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- a) Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
 - b) Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
 - c) Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
 - d) Utilización de elementos prefabricados.
 - e) Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
 - f) Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
 - g) Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
 - h) Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.
- Se adoptarán todas las medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos. Como medida especial, será obligatorio hacer un inventario de los posibles residuos peligrosos que se puedan generar en esta obra. En ese caso se procederá a su retirada selectiva y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En la fase de redacción del proyecto se deberá tener en cuenta distintas alternativas constructivas y de diseño que dará lugar a la generación de una menor cantidad de residuos.

Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos.

Prevención en tareas de demolición

En la medida de lo posible, las tareas de demolición se realizarán 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 los que se depositarán en vertedero.

Prevención en la adquisición de materiales

La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.

Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones pero de difícil o imposible reciclado.

Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.

Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.

Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.

Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

Se intentará adquirir los productos en módulo de los elementos constructivos en los que van a ser colocados para evitar retallos.

Prevención en la Puesta en Obra

Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.

Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.

En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos a módulo del tamaño de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.

Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.

Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.

Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

En concreto se pondrá especial interés en:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de sobrantes se intentarán utilizar en otras ubicaciones como hormigones de limpieza, base de solados, relleno y nivelación de la parcela, etc.
- Para la cimentación y estructura, se pedirán los perfiles y barras de armadura con el tamaño definitivo.

- Los encofrados se reutilizarán al máximo, cuidando su desencofrado y mantenimiento, alargando su vida útil.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas se pedirá su suministro con las dimensiones justas, evitando así sobrantes innecesarios.
- Todos los elementos de la carpintería de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, optimizando su solución.
- En cuanto a los elementos metálicos y sus aleaciones, se solicitará su suministro en las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra a excepción del montaje de los kits prefabricados.
- Se calculará correctamente la cantidad de materiales necesarios para cada unidad de obra proyectada.
- El material se pedirá para su utilización más o menos inmediata, evitando almacenamiento innecesario.

Prevención en el Almacenamiento en Obra

En caso de ser necesario el almacenamiento, éste se protegerá de la lluvia y humedad.

Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.

Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.

Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.

En los procesos de carga y descarga de materiales en la zona de acopio o almacén y en su carga para puesta en obra se producen percances con el material que convierten en residuos productos en perfecto estado. Es por ello que se extremarán las precauciones en estos procesos de manipulado.

Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

Se pactará la disminución y devolución de embalajes y envases a suministradores y proveedores. Se potenciará la utilización de materiales con embalajes reciclados y palets retornables. Así mismo se convendrá la devolución de los materiales sobrantes que sea posible.

26.7 MEDIDAS DE SEPARACIÓN EN OBRA.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse, para facilitar su valoración posterior, en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
----------	---------

Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008, se tomarán las siguientes medidas:

Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.

Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.

Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.

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.

Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.

Para aquellas obras en la que por falta de espacio no resulte técnicamente viable efectuar la separación de los residuos, esta se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

26.8 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

26.8.1 Reutilización en la misma obra:

Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

Si se reutiliza algún otro residuo, aquí habrá que explicar si se le aplica algún tratamiento, etc

Por otra parte se potenciará la reutilización de los encofrados y otros medios auxiliares todo lo que sea posible, así como la devolución de embalajes, envases, incluyendo los palletes.

26.8.2 Valorización en la misma obra:

Son operaciones de desconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen.

Estas operaciones consiguen mejorar las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. También se muestran imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento.

Si se valorizara algún residuo, habrá que explicar el proceso y la maquinaria a emplear.

26.8.3 Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables “in situ”:

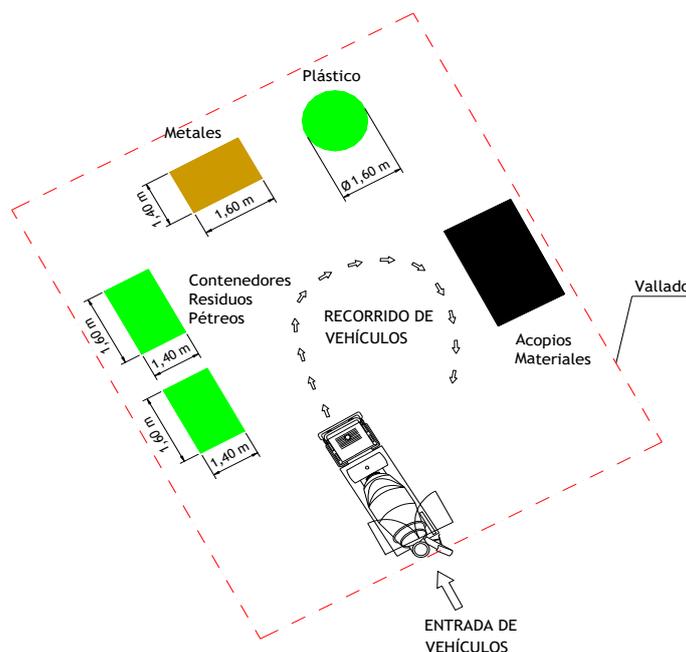
Para el tratamiento o vertido de los residuos producidos en obra, se pondrán estos a disposición de una empresa de Gestión y tratamiento de residuos autorizado para la gestión de residuos no peligrosos.

26.8.4 Planos de las instalaciones previstas

Para una correcta gestión de los RCDs generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (pétreos, plásticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.
-

A continuación se incluye, a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:



26.9 PLIEGO DE CONDICIONES

Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.

Limpieza de las obras

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.

Con carácter Particular:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra)

	<p>Para los derribos: 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.</p> <p>Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.</p>
	<p>El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, contadores 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.</p>
	<p>El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.</p>

	<p>Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro.</p> <p>En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.</p>
	<p>El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos al mismo. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.</p>
	<p>En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.</p>
	<p>Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.</p> <p>La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
	<p>Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos</p>
	<p>La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.</p>
	<p>Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.</p> <p>En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.</p>

	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y a contaminación con otros materiales

26.10 PRESUPUESTO

1. Obra civil			Cantidad	Unidad	Precio	Importe
Cód. LER						
1,1		Movimientos de tierra	4,42	m3	2,25	9,94
	17 05 04	Tierras sobrantes	4,420	m3		
		<i>Residuos generados (densidad= 1500 kg/m3)</i>	6,630	Tm		
1,2		Cimentaciones				
	17 01 01	Volumen total hormigón en masa	4,146	m3	4,35	39,18
		coeficiente de pérdida	1,050			
		<i>Residuos generados</i>	4,353	m3		
		<i>Residuos generados (densidad= 2300 kg/m3)</i>	10,012	Tm		
2. Montaje de las instalaciones						
Cód. LER						
2,1	17 04 11	Cables	0,72	m3	12,60	9,12
		Aluminio-acero	0,130	Tm		
		cobre	0,528	Tm		
		acero y fibra óptica	0,000	Tm		
		coeficiente de pérdidas	1,100			
		<i>Residuos generados</i>	0,724	Tm		
2,2	17 04 05	Hierro y acero	0,15	m3	64,56	9,97
		Herrajes	0,130	Tm		
		Estructuras de los apoyos	0,000	Tm		
		Picas de puesta a tierra	0,010	Tm		
		Antivibradores	0,000	Tm		
		Coeficiente de pérdidas	1,100			
		<i>Residuos generados</i>	0,154	Tm		
2,3	17 02 02	Vidrios				
		Aisladores	0,000	Tm	0,00	51,55
		Coeficiente de pérdidas	1,100			
		<i>Residuos generados</i>	0,000	Tm		
2,4	17 02 03	Plásticos	0,05	Tm	51,55	2,71
		Salvapájaros (PVC)	0,050	Tm		
		coeficiente pérdidas	1,050			
		Láminas envolventes de accesorios y otros	0,000	Tm		
		<i>Total residuos generados</i>	0,053	Tm		
2,5	20 01 01	Papel y cartón	0,00	m3	12,60	0,00
		Cajas para transporte de aisladores y otros accesorios	0,000	Tm		
3. Residuos peligrosos						
		<i>Residuos generados</i>	0,400	Tm	0,40	51,55
						20,62
Total Residuos generados						91,54

** Residuos peligrosos producidos en la construcción de un proyecto de similares características

Málaga, Febrero 2021



El Ingeniero Técnico Industrial
Rafael Flores Ventura

Número de Colegiado 5.557
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros

Anexo 1

**ESTUDIO CAMPOS MAGNÉTICOS CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE SUPER-
FICIE**

27 ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EDIFICIO CON FACHADA ANCHA

27.1 OBJETO

El objeto de este estudio, es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público, del centro de transformación tipo en edificio con fachada ancha, perteneciente a EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U.ELÉCTRICA (EDE), con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El centro de transformación tipo en edificio con fachada ancha, engloba centros de transformación, con una distribución similar a la calculada, con celdas blindadas de simple barra en MT, y niveles de tensión 10, 11, 13,2, 15, 20, 25 y 30 kV. En BT el nivel de tensión es 0,4 kV.

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.

27.2 NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 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 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
3. 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:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: "Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial".
2. 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".
3. 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".
4. 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.

27.3 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/Octane. 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].

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

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

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

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la instalación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m,

según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la instalación a una altura de 1 m a efectos informativos.

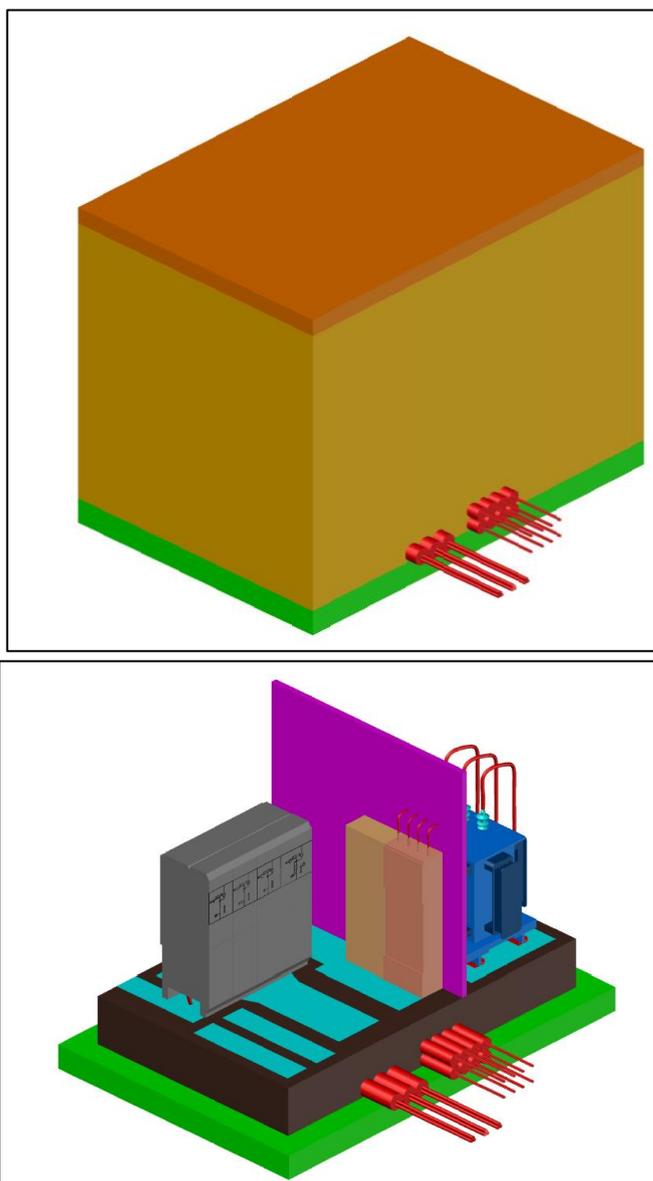


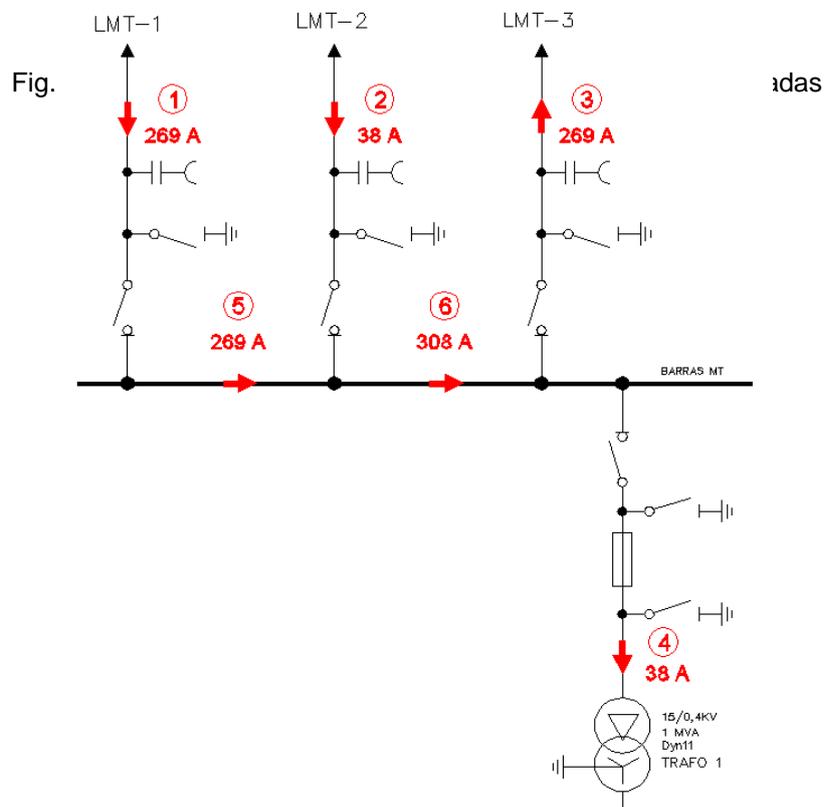
Fig. 1: Vistas 3D del centro de transformación tipo en edificio con fachada ancha

27.4 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

El centro de transformación tipo en edificio con fachada ancha calculado consta de 2 niveles de tensión, 15 y 0.4 kV, y una unidad de transformación de 1 MVA.

Nivel de 15 kV.

- Tipo: Blindado, aislado en SF6
- Topología: Simple barra
- Posiciones de línea: 3
- Posiciones de transformador : 1
- Posiciones de barras: 1
- Superficie: 17.42 m²



Nivel de 0.4 kV.

- Tipo: Interior
- Topología: Simple barra.
- Posiciones de línea: 8
- Posiciones de transformador : 1
- Posiciones de barras: 1
- Posiciones de acoplo: 0
- Posiciones de remonte: 0

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

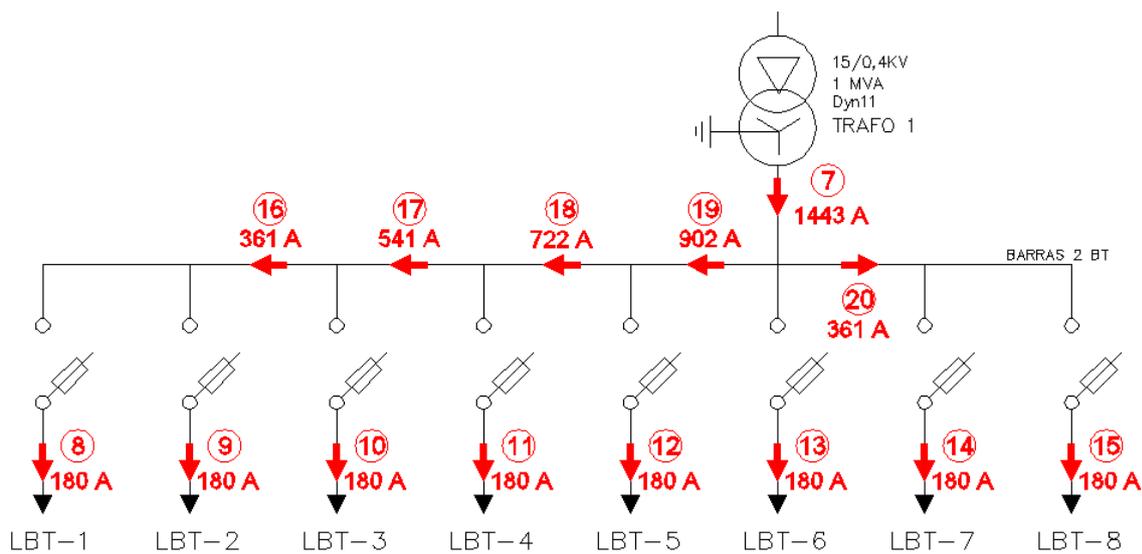


Fig. 3: Unifilar nivel de tensión 0.4 kV con intensidades consideradas

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

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
Línea 1 15 kV	1	269 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada.
Línea 2 15 kV	2	38	0	Trifásica equilibrada.
Línea 3 15 kV	3	269 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 15 kV	4	38 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L1-L2	5	269	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L2-L3	6	308	0	Trifásica equilibrada.

Trafo 1 Lado 0,4 kV	7	1443 ⁽²⁾	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	8 - 15	180	30	Trifásica equilibrada.
B1 0,4 kV : Línea 2- Línea 3	16	361	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 3- Línea 4	17	541	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 4- Línea 5	18	722	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 5- Línea 6	19	902	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 6- Línea 7	20	361	30	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de línea, 7 MVA.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 1 MVA.

El estado de carga considerado supone el transformador entregando su máxima potencia. En el lado de 15 kV, la línea 1 aporta su potencia máxima, la línea 3 evacua su potencia máxima y la línea 2 aporta la potencia consumida por el transformador.

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

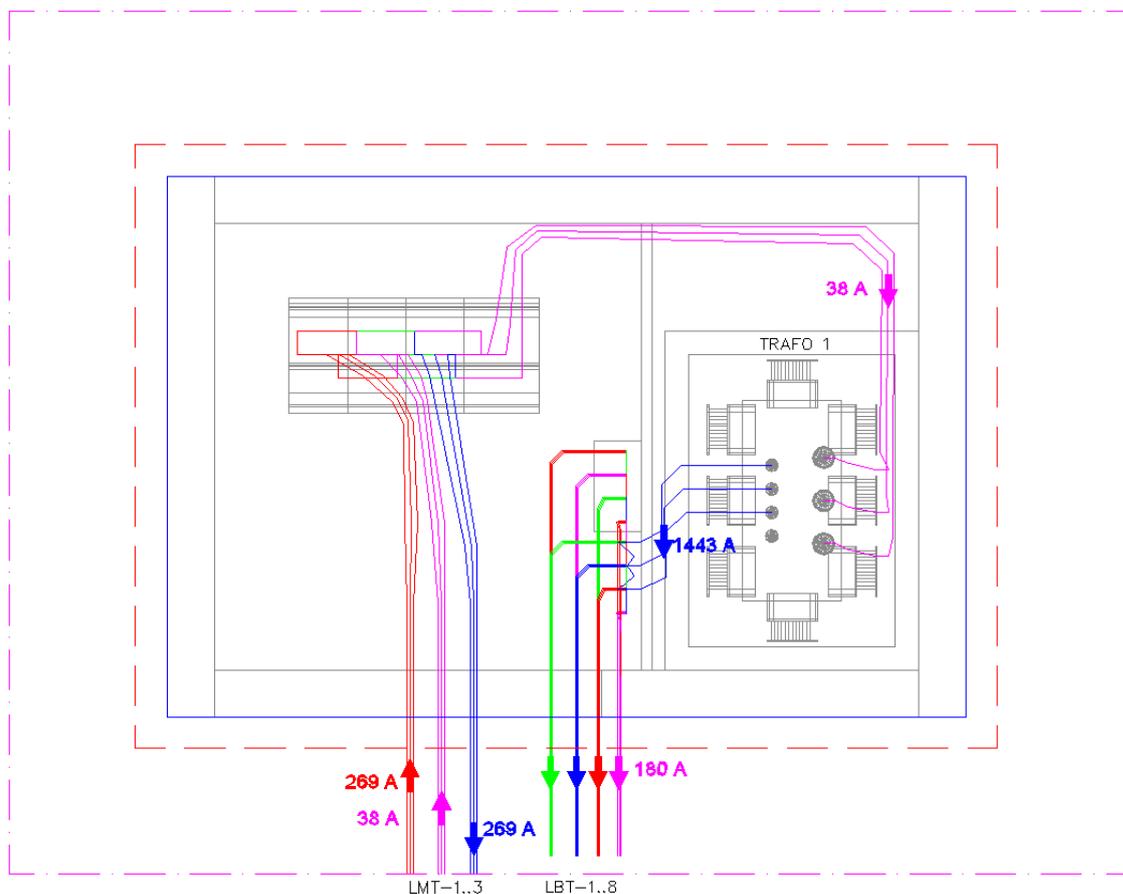


Fig. 4 Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético.

27.5 RESULTADOS

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

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

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

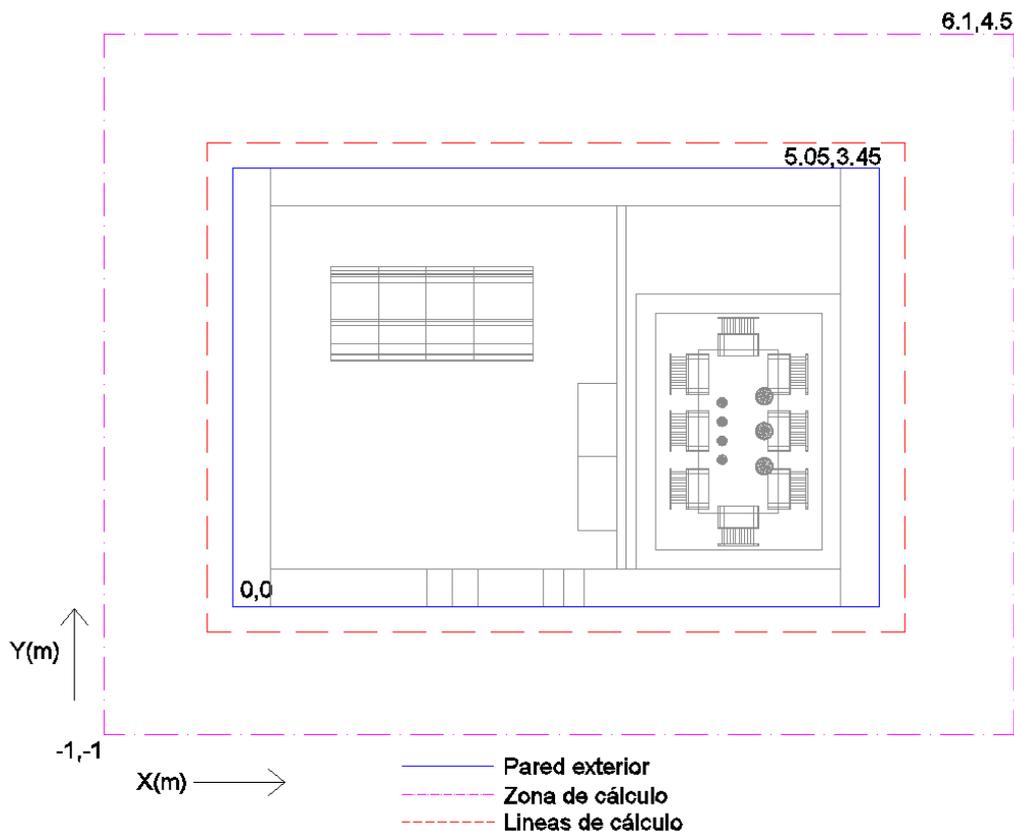


Fig. 5 Pared exterior y zonas límite del cálculo

Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de cercana a los cuadros de BT, siendo de 20.82 μT . Los resultados se incluyen en el anexo de planos.

27.6 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado debido a la actividad del centro de transformación tipo en edificio con fachada ancha, 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 μT para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

27.7 REFERENCIAS

[1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup "Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations" 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.

28 Plan de gestión de la calidad durante la redacción del proyecto

28.1 Procedimiento 01: Requisitos del cliente

28.1.1 OBJETO

Establecer el método operativo que asegure que los requisitos del cliente son entendidos, recogidos y validados en el proyecto.

Asimismo se establece la sistemática para recoger todas las modificaciones que el cliente imponga al proyecto durante la redacción del mismo.

Se entiende como requisitos del cliente aquellos deseos, necesidades o especificaciones que el cliente quiere cubrir con la ejecución del proyecto objeto de la asistencia técnica.

Se entiende por proyecto cualquier estudio técnico, informe, memoria técnica, valoración inicial, anteproyecto, proyecto básico y de ejecución, estudio de viabilidad,...

28.1.2 RESPONSABILIDADES

Director de Departamento de Proyectos

Recoger y documentar los requisitos del cliente según establece el presente procedimiento.

Técnico de Proyecto

Informarse de los requisitos del cliente antes de la fase de recopilación de datos de partida y/o redacción del proyecto.

Realizar los proyectos de forma que se cumplan todos los requisitos del cliente.

Responsable de Calidad

Verificar que en el diseño del proyecto se han tenido en cuenta las necesidades del cliente.

28.1.3 DESCRIPCIÓN

Una vez que se ha adjudicado un nuevo proyecto a la empresa, y se establece el comienzo del mismo, se siguen los siguientes pasos:

- El Director de Departamento de Proyectos analiza la oferta realizada para los trabajos realizando un primer borrador con los requisitos del Cliente.
- El Director de Departamento de Proyectos establecen reuniones con el director del proyecto por parte del cliente para completar y definir claramente el objetivo o requisitos a cubrir tras la ejecución del proyecto objeto de la asistencia.

De estas reuniones salen los requisitos que debe cumplir el proyecto, los cuales se registran en la Hoja de Control de requisitos del Cliente.

Una vez establecidos los requisitos del proyecto, el Director de Departamento de Proyectos debe transmitir los mismos a los Técnicos de Proyecto encargados de las distintas tareas.

Toda comunicación con el cliente definiendo requisitos del proyecto debe registrarse en la Hoja de Control de requisitos del Cliente.

28.1.3.1 MODIFICACIONES Y REQUISITOS ADICIONALES

Puede ocurrir que durante la fase de redacción del proyecto aparezcan nuevos requisitos que deban ser incluidos en el proyecto, o se produzcan modificaciones a los requisitos iniciales.

Una vez comenzada la redacción del proyecto, si es necesario introducir requisitos adicionales, después de cada comunicación con el cliente ya sea de forma verbal, mediante fax o e-mail, se añaden estos requerimientos en la Hoja de Control de forma que en este documento se tengan todos los requerimientos de cliente.

En el caso de que por diferentes motivos se anulara por parte del cliente algún requisito a lo largo de la fase de redacción del proyecto, esto debe ser recogido en esta hoja de requisitos del cliente.

En caso de poseer documentación externa que haya que devolver al propietario, se especifica en la

Hoja de Control de Requisitos del Cliente, en el apartado Comentario, y se expide según el procedimiento Expedición de Documentación.

28.1.3.2 VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE CLIENTE

En la fase de verificación del proyecto, el Responsable de Calidad, comprueba que se han cumplido todos los requisitos demandados por el cliente.

28.1.4 ANEXOS

- Hoja de control de requisitos del cliente.
- Sistemática de tratamiento de requisitos del cliente.

28.2 Procedimiento 02: Diseño

28.2.1 OBJETO

Establecer la forma de planificar y controlar el diseño de los nuevos trabajos a desarrollar. Por ello es necesario:

- Cumplir con los plazos y asegurar los recursos necesarios para la realización de las tareas.
- Asegurarse que el proyecto recoge todos los requisitos del cliente.
- Asegurarse que todos los datos de partida necesarios para el producto son recogidos y aplicados.

Establecer el método operativo para asegurar que todos los errores o deficiencias encontrados a lo largo de la realización del trabajo, en su revisión o validación, así como durante el periodo de ejecución del mismo, sean canalizados, dirigidos y corregidos.

28.2.2 RESPONSABILIDADES

Director de Departamento de Proyectos

Definir las fases de revisión del proyecto y realizar las revisiones correspondientes.

Técnicos de Proyecto

Redactar todos los documentos del proyecto. Realizar las modificaciones de los documentos afectados por discrepancias.

Coordinador de Proyecto

Realizar las verificaciones y validaciones de los proyectos.

28.2.3 DESCRIPCIÓN

28.2.3.1 PLANIFICACIÓN DEL DISEÑO

Ver procedimiento Programación y Control de trabajos.

28.2.3.2 ELEMENTOS DE ENTRADA PARA EL DISEÑO

Ver procedimiento de Datos de Partida.

28.2.3.3 RESULTADOS DE DISEÑO

Ver procedimiento de Cierre de Proyectos y Expedición de documentación.

28.2.3.4 REVISIÓN DE DISEÑO

Una vez que se han establecido las tareas para la realización de proyectos se definirá por parte del Director de Departamento de Proyectos los hitos para realizar las revisiones.

En la revisión de un proyecto se contemplan las siguientes tareas:

- Control de horas por tareas.
- Control fechas de terminación de trabajos.

Los resultados quedan recogidos en la Hoja de Presentación de Proyectos

28.2.3.5 VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Una vez que un determinado documento este listo para verificación, se realizan los siguientes pasos:

- Se imprime una copia de cada uno de los documentos y/o planos del proyecto que se desea verificar.
- El Responsable de Calidad comprueba los datos de partida y los requisitos del cliente. Se verificará especialmente el cumplimiento técnico-económico del proyecto.
- El Responsable de Calidad, si detecta alguna discrepancia ó no conformidad, registra las mismas en el registro de discrepancias y no conformidades.
- En el documento sujeto a revisión se van marcando o anotando las discrepancias,
- Una vez que se hallan verificado todos los documentos, se entrega esta hoja al equipo redactor

para realizar las modificaciones correspondientes.

- Se sigue también la sistemática descrita en los Procedimientos de Datos de Partida y Requisitos del Cliente.

28.2.3.5.1 REGISTRO DE DISCREPANCIAS

En esta hoja se rellenan los siguientes campos:

ID proyecto:

Título: Nombre del proyecto

JP: Jefe de Proyecto

Doc. Verificado: Con el fin de tener controlado en cada momento que documentos se han verificado en esta casilla se anota el tipo de documento que se está revisando.

Responsable Verificación: Nombre de la persona que ha realizado la verificación del documento.

Comprobación Correcciones: firma del verificador después de comprobar que las discrepancias detectadas han sido solucionadas.

Hoja Número: Número de la Hoja de control.

ID: Número correlativo de la discrepancia anotada

Descripción: Cuando sea necesario especificar el tipo de defecto para tomar acciones correctoras, o simplemente señalar la página donde se encuentra el error.

Tipo de defecto: Se pone una de las tres opciones:

- A: Aceptable: error mínimo de escasa repercusión no es necesaria acción correctora, solo enmienda del error.
- N: No aceptable: error grave que requiere acción correctora: especificar en el campo de descripción.
- I: Investigar: Es necesario comprobar algún término por no estar claro para el verificador.

Responsable: Iniciales de la persona que debe realizar la modificación

Corregido: Fecha de realización del cambio (dd/mm/aa), lo rellena la persona del equipo de corrección.

Cuando analizada la discrepancia por el responsable de verificación, éste determina que no es necesario realizar modificación alguna, esta casilla se completa con el término: N/A: No aplicable

En el documento sujeto a verificación se irán marcando y anotando las discrepancias con un bolígrafo rojo.

El registro de discrepancias se rellena siempre con bolígrafo negro o azul no estando permitido el lápiz.

28.2.3.6 VALIDACIÓN DEL DISEÑO

La validación del proyecto se produce cuando es aceptado por el propio cliente mediante certificación o facturación de los mismos.

28.2.3.7 CONTROL DE CAMBIOS

Se registran los cambios acordados en la revisión del diseño.

Una vez que se tienen verificados los documentos del proyecto, el equipo de verificación distribuye estos documentos junto a los registros de discrepancias al equipo de redacción para la modificación de los documentos.

Cada vez que se realice una modificación causada por una discrepancia, el responsable del cambio pone la fecha de corrección en la casilla de “corregido” de la hoja de control de registro de discrepancias.

Una vez que se han efectuado los cambios, se realiza por parte del Responsable de Calidad una comprobación de que todas las discrepancias se han modificado, firmando en la casilla de “comprobar” de la hoja de control de registro de discrepancias.

Una vez analizadas las no conformidades detectadas en la fase de verificación de los documentos, se determinan cuales son las acciones que se deben llevar a cabo para evitar la repetición de estos defectos.

En el caso que durante la realización de un cambio determinado en un documento/plano ya verificado, “el corrector” detecte una discrepancia, error.... ¡NO PUEDE CAMBIARLO SIN MÁS!

Esta persona debe rellenar la hoja de control de Discrepancias especificando en la columna de Tipo: NDV (No detectado en verificación anterior).

Una vez documentado el cambio, traslada la Hoja de control de Discrepancias al Responsable de Calidad para aprobar la realización del cambio.

El Responsable de Calidad aprueba la realización del cambio firmando al lado de tipo.

Una vez que se hayan verificado todos los documentos, realizado y comprobado todos los cambios, se archivará debidamente en el Registros de Discrepancias.

28.2.3.8 MODIFICACIONES POR PARTE DEL CLIENTE

Antes de enviar el proyecto al Colegio para su visado, se hace una entrega preliminar al cliente.

El cliente puede proponer modificaciones bien porque ha detectado errores o por que quiera introducir nuevos cambios.

En este caso las discrepancias que el cliente transmite se tramitan como Requisitos del Cliente. Al introducirlos cambios el documento cambia el número de Revisión Externa.

Cada vez que el documento pasa por manos del cliente y se le hacen modificaciones, el documento cambia el número de Revisión Externa.

28.2.4 ANEXOS

- Registro de discrepancias.

28.3 Procedimiento 03: Datos de partida

28.3.1 OBJETO

Establecer el método para recopilar los datos de partida en la elaboración de un proyecto.

Asegurar que los resultados del diseño de cualquier proyecto cumplen con los requisitos de los elementos de entrada.

28.3.2 RESPONSABILIDADES

Director de Departamento de Proyectos

- Definir los datos de partida durante la descripción de la tarea.
- Comprobar que antes de empezar con la fase de redacción del proyecto, los objetivos establecidos para la recopilación de datos de partida han sido logrados.

Técnicos de Proyecto

- Recopilar la información necesaria.
- Archivar los documentos correspondientes.

28.3.3 DESARROLLO

El Director de Departamento de Proyectos estructura en tareas cada proyecto según el procedimiento de Programación y Control de Trabajos.

El Director de Departamento de Proyectos define los Datos de Partida para cada tarea, de acuerdo a los requisitos del Proyecto.

Recopilación de los datos de partida:

- El equipo de redacción de proyectos recopila toda la información. La información se pedirá por escrito mediante, fax o e-mail ó carta.
- El Director de Departamento de Proyectos comprueba que los datos especificados se han recogido en el proyecto
- Una vez que los datos de partida obtenidos han sido revisados y aceptados por el Director de Departamento de Proyectos, se inicia la fase de redacción de la tarea en curso.
- Los Datos de Partida quedarán archivados.

A lo largo del desarrollo de la tarea, se pueden detectar la necesidad de nuevos datos de partida

28.3.4 ANEXOS

- Flujo datos de partida.

28.4 Procedimiento 04: Programación y control de obras

28.4.1 OBJETO

Establecer los criterios básicos a utilizar en la programación de tareas.

28.4.2 RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Coordinador de Proyecto

- Realizar la planificación de los trabajos junto con el Responsable de Zona.
- Proporcionar los medios técnicos y humanos necesarios para la realización de los trabajos.

El Responsable de Zona deberá:

- Revisar la programación conforme avanza el proyecto y asegurar su seguimiento.

28.4.3 DESCRIPCIÓN

28.4.3.1 PROGRAMACIÓN DE TAREAS

El Coordinador de Proyecto comunica al Responsable de Zona la consecución de un nuevo proyecto.

El Coordinador de Proyecto estima el número de horas totales asignados al proyecto basándose en los términos de la oferta/contrato, así como en la estadística de proyectos anteriores.

El Responsable de Zona debe:

- Establecer el código del nuevo proyecto.
- Abrir una carpeta para el nuevo proyecto.
- Cumplimentar la Hoja de presentación de proyecto. En esta hoja se contemplan los siguientes campos:
 - Identificación del proyecto: Código identificativo del proyecto y título.
 - Datos del cliente: Persona de contacto: Teléfono, fax, e-mail y móvil de contacto.
 - Fecha de inicio: Fecha fijada de inicio de los trabajos.
 - Fecha fin: Fecha prevista de fin de los trabajos.
 - Horas totales: Horas previstas para la realización de los trabajos
 - Control entrega documentos oficiales: Fechas previstas y reales en las que se entrega documentación oficial al cliente.
 - Análisis y Mejoras: Atendiendo a las diferencias entre las horas previstas y reales, el equipo de trabajo analiza las causas y propone posibles mejoras del método de trabajo.
 - Nombres y teléfonos de interés.

28.4.3.2 DEFINICIÓN DE TAREAS DE TRABAJO Y ESTIMACIÓN DE HORAS

El Responsable de Zona debe dividir el proyecto en tareas de trabajo.

Las características básicas de las tareas de trabajo son:

- Estar inequívocamente definidas
- Deben ser “entregables” de forma independiente
- Tener un responsable

El Coordinador de Proyecto estimará el número de horas requerido para cada una de las tareas establecidas. La estimación de horas es una tarea compleja basada en la experiencia y en proyectos anteriores. El objetivo no es acertar en el número de horas, sino establecer una herramienta que permita detectar desviaciones a la programación. Estas desviaciones detectadas a tiempo permiten implementar las correcciones necesarias de modo que el proyecto permanezca en todo momento bajo control.

En el caso de que por falta de capacidad de la empresa el Coordinador de Proyecto decida subcontratar una tarea o conjunto de tareas, se pondrá en marcha la subcontratación.

28.4.3.3 CONTROL DE TAREAS

El Responsable de Zona controlará el cumplimiento de las tareas asignadas al equipo de trabajo, en el tiempo previsto. Controlará la planificación siguiendo las siguientes premisas:

- Horas previstas para la realización de las tareas
- Fecha prevista de finalización de las tareas

- Necesidad de recursos

El Responsable de Zona documentará toda la información en la Hoja de planificación de proyectos e informará al Coordinador de Proyecto de las desviaciones acaecidas. Así mismo, el Coordinador de Proyecto revisa y aprueba la nueva programación y/o recursos asignados.

Además, el Responsable de Zona dispone de la Hoja de control de Acciones como herramienta de apoyo para organizar las actuaciones pendientes. En esta hoja se contemplan los siguientes campos:

- Identificación del proyecto: Código identificativo del proyecto y Título.
- Identificación de acción: Número correlativo de la acción.
- Acción: Descripción de la acción que se debe realizar.
- ReSUPesta: Conclusión de SUPés realizar la acción.
- Afectado: Tercera persona implicada en la acción.
- Fechas de entrada: Fecha en la que se detecta la necesidad de realizar la acción.
- Fechas de salida: Fecha en la que se realiza la acción.
- Responsable: Quién debe realizar la acción.

28.4.3.4 HITOS DE SEGUIMIENTO

El Responsable de Zona controla la evolución del proyecto a través de la entrega de los documentos oficiales.

Cada vez que se entrega al cliente una parte acabada del proyecto se registra en el apartado correspondiente de la Hoja de Presentación de Proyecto.

28.4.3.5 ANÁLISIS Y MEJORA

En la Hoja de Presentación de Proyecto, una vez finalizado el trabajo, el Responsable de Zona junto con los Técnicos de Proyecto, analizarán el desfase en la planificación, si lo hubiera y las incidencias en el proyecto, recogiendo las causas y proponiendo mejoras del método de trabajo.

El Responsable de Zona entregará este registro al Coordinador de Proyecto que lo tendrá en cuenta para próximas planificaciones.

28.4.4 ANEXOS

- Hoja de presentación del proyecto.
- Hoja de planificación de proyectos.
- Hoja de control de acciones.

28.5 Procedimiento 05: Revisión de proyectos

28.5.1 OBJETO

Establecer una metodología para la revisión de los trabajos y la incorporación de las correcciones internas y externas.

28.5.2 RESPONSABILIDADES

Director de Departamento de Proyectos

Integrar en la planificación del proyecto los recursos necesarios tanto para la revisión interna del proyecto como para incorporar las correcciones externas.

Verificar el cumplimiento de la revisión del proyecto y la incorporación de las correcciones externas e internas.

Coordinador de Proyecto

Validar los recursos necesarios al Director de Departamento de Proyectos para la realización de la revisión interna y la incorporación de las correcciones externas e internas.

Responsable de Calidad

Realizará la revisión interna al proyecto.

28.5.3 DESARROLLO

28.5.3.1 PLANIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE REVISIÓN, INCORPORACIÓN DE CORRECCIONES INTERNAS Y EXTERNAS

El Coordinador de Proyecto, en la planificación del tiempo a realizar para la consecución del proyecto, debe estimar el tiempo y recursos humanos necesarios para realizar una revisión interna y prever las horas necesarias en la incorporación de las correcciones internas y externas.

28.5.3.2 REVISIONES DEL PROYECTO

El Director de Departamento de Proyectos establecerá un calendario de revisiones para el proyecto.

28.5.3.3 INCORPORACIÓN DE LAS CORRECCIONES INTERNAS

El Responsable de Calidad comunicará al Director de Departamento de Proyectos las incongruencias encontradas. Posteriormente el Director de Departamento de Proyectos comunica a los Técnicos de

Proyecto afectados las tareas donde se deben incorporar las correcciones internas.

28.5.3.4 INCORPORACIÓN DE CORRECCIONES EXTERNAS

Cuando el cliente entrega las correcciones externas y el plazo en el que deben ser entregadas, el Director de Departamento de Proyectos debe planificar los recursos a utilizar (tanto en tiempo como en personal), con motivo de incorporarlo a la planificación mensual de las personas implicadas.

28.6 Procedimiento 06: Cierre proyectos y expedición de la documentación

28.6.1 OBJETO

Establecer el método operativo para la fase de cierre de proyecto que asegure que toda la documentación generada durante su elaboración ha sido purgada, posee el formato correcto y ha sido archivada en el lugar adecuado.

Este procedimiento establece el método a seguir para la expedición de cualquier documentación que salga de la empresa dirigida al cliente.

28.6.2 RESPONSABILIDADES

Responsable de Calidad

Verificar que se ha seguido este procedimiento en la fase de cierre de proyecto o etapa del mismo.

Director de Departamento de Proyectos

Comunicar a los responsables de archivo y de informática cuando se termina un proyecto

Asignar un Responsable de Expedición de Documentación, definiéndole qué documentos se envían y a quién.

Comunicar al Coordinador de Proyecto la expedición de la documentación.

Técnicos de Proyecto

Llevar a cabo las tareas de purga y agrupamiento de documentación de acuerdo a este procedimiento cuando se cierra un proyecto o una etapa del mismo.

Responsable de archivo y biblioteca

Lo designará el Director de Departamento de Proyectos para cada proyecto de entre los Técnicos de Proyecto.

Identificar y archivar todos los documentos del proyecto en el archivo.

Actualizar la Hoja de Control de Proyectos Terminados del archivo.

Responsable de informática

Lo designará el Director de Departamento de Proyectos para cada proyecto de entre los Técnicos de Proyecto.

Realizar las copias de CD's correspondientes.

Trasladar el directorio del proyecto a la ubicación de proyectos terminados.

Responsable de expedición de documentación

Lo designará el Director de Departamento de Proyectos para cada proyecto de entre los Técnicos de Proyecto.

Llevar a cabo la expedición de la documentación de acuerdo con este procedimiento.

Informar al Director de Departamento de Proyectos de cualquier anomalía.

Comprobar que el cliente devuelve firmada la hoja de control de expedición

Todo el personal:

Mantener ordenados tanto los archivos digitales como papel

Hacer limpieza periódica, preferiblemente semanal, de todos los archivos digitales y papel.

28.6.3 DESCRIPCIÓN

Este procedimiento afecta a la información tanto en soporte papel como en soporte digital.

El procedimiento del cierre de proyecto comienza cuando se ha finalizado la redacción de un proyecto o etapa, se han editado y enviado todas las copias del documento oficial al cliente.

El Director de Departamento de Proyectos se encargará de las tareas de cierre de archivos digitales y archivos en soporte papel, recogidas en la Hoja de Control de Cierre.

28.6.3.1 CIERRE DOCUMENTACIÓN PAPEL

En la fase de finalización de un proyecto, una vez expedidas todas las copias de los documentos oficiales al cliente, se procede de la siguiente manera:

El Director de Departamento de Proyectos informa a los Técnicos de Proyecto de que se ha terminado el proyecto y que tienen que limpiar.

Los responsables de cada tarea proceden del siguiente modo:

- Organización de la documentación que se va a conservar en las carpetas correspondientes.
- Limpieza del área de trabajo de todos los papeles relacionados con el proyecto.
- Entregar al Director de Departamento de Proyectos toda la documentación relacionada con el proyecto.
- Informar al encargado de archivo y biblioteca y entregarle toda la documentación.

El Responsable de archivo y biblioteca realiza las siguientes tareas:

- Agrupación de los documentos en cajas para su archivo, identificando cada una de esas cajas.
- Registro del nuevo proyecto en la Hoja de Control de proyectos terminados del archivo.
- Firma la Hoja de control de cierre.

28.6.3.2 CIERRE DOCUMENTACIÓN DIGITAL

En la fase de finalización de un proyecto, una vez enviadas todas las copias de los documentos oficiales al cliente, se procede de la siguiente manera:

Los responsables de cada tarea segregan la documentación contenida en la carpeta actual digital en cuatro grupos:

1. Los documentos obsoletos se eliminan.
2. Los documentos oficiales, son una copia idéntica de lo que se ha entregado al cliente en cada una de sus revisiones.
3. Los datos de partida.
4. La información complementaria:
 - a) Comunicaciones: se guardan todas las comunicaciones de entrada y salida, identificadas con la fecha.
 - b) Documentos: información no-oficial pero que se considera importante conservarla para futura referencia,
 - c) Fotos: se archivan identificadas con la fecha en que se tomaron.
 - d) Planos: el Director de Departamento de Proyectos verificará que en esta carpeta quede una copia de todos los planos según indica el protocolo para dibujo.
 - e) Certificaciones: documentación administrativa si la hubiera.

28.6.3.3 CIERRE PARCIAL DE UN PROYECTO

Cada vez que se realiza una entrega parcial a un cliente, se debe seguir también el procedimiento de cierre realizando sólo las siguientes acciones:

- Creación de la carpeta "rev 00" dentro de la carpeta oficial.
- Traslado de la información enviada al cliente a esta carpeta Digital.
- Impresión y archivo de la información oficial enviada al cliente.

28.6.3.4 EXPEDICIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

El Director de Departamento de Proyectos asigna a un Responsable de expedición de documentación.

El Responsable de expedición de proyecto rellena la Hoja de expedición de la documentación. Para ello procede completando las siguientes casillas.

Información no-definida

Proyecto ID: Número de identificación del proyecto que se expide

Título: Título del trabajo / proyecto que se expide

Documento: Identificación del documento que se expide, por ejemplo: Datos Básicos y Servicios Afectados, Proyecto Básico, Proyecto Constructivo, Informe Mensual, Etc.

Rev: Número de revisión del documento que se expide

Director de Departamento de Proyectos

Responsable de Expedición de Documentación

Fecha

Destinatario: Indicar el nombre de la persona a la que se ha entregado/enviado el documento

Observaciones: Se apuntan los requisitos especiales que se envíen o proporcionen al cliente.

Cliente, firma y fecha: El Director de Departamento de Proyectos comprueba que todas las hojas de expedición de documentación están firmadas por el cliente como recepción de la documentación.

Información definida: Además el Responsable de expedición de proyecto debe marcar las casillas que se enumeran cuando se tenga la certeza de que éstas se han cumplido.

Copias Cliente: El número de copias entregadas coincide con las demandadas por el cliente Comprobado documentación coincide con Índice Básico de Documentos: Se ha comprobado que no falta ningún capítulo, anexo o plano según se indica en el propio índice del documento.

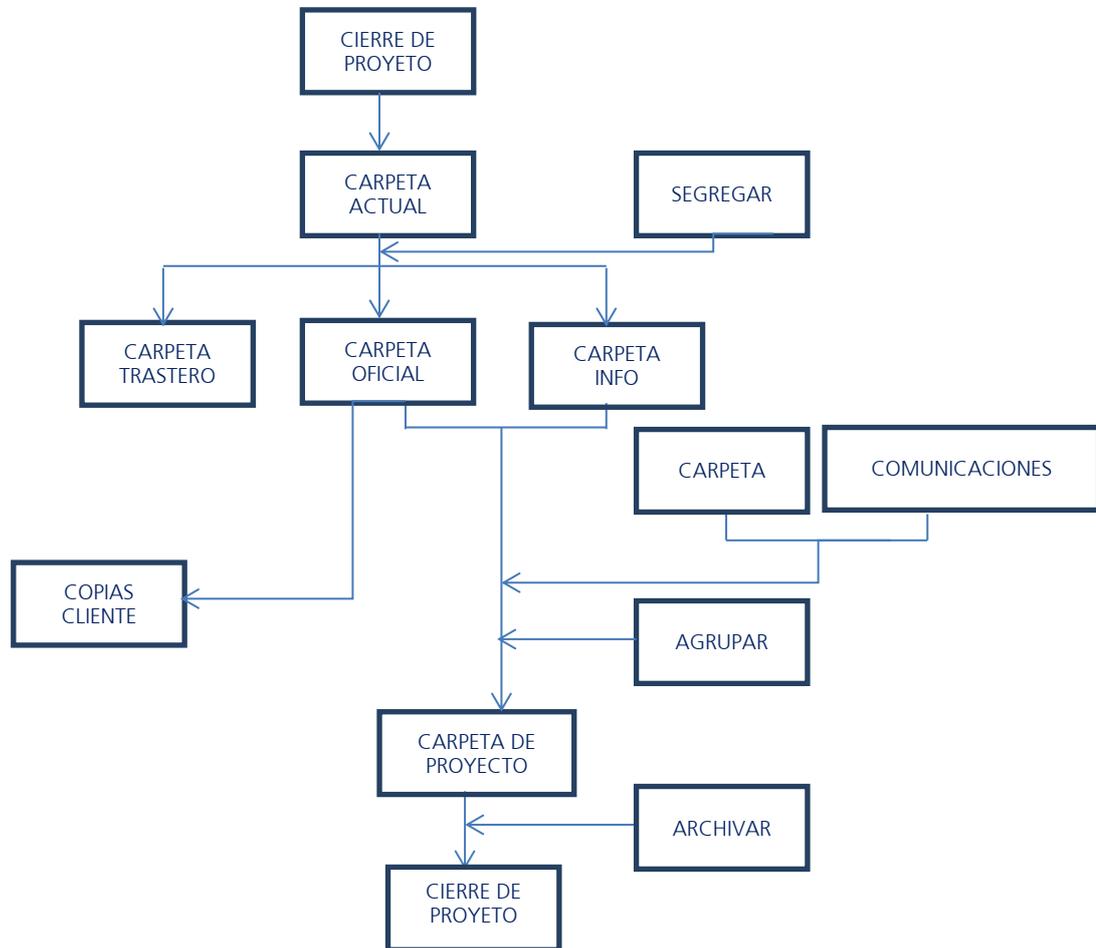
Firmas en los trabajos: los distintos responsables han firmado los documentos necesarios:

CD-Rom: Se ha incluido copia-cliente del CD-Rom (Cuando necesario)

Comunicado al Coordinador de Proyecto de la expedición del proyecto.

Documentación entregada mediante: Se marca el método de entrega de la documentación.

28.6.4 DIAGRAMA DE FLUJO



28.6.5 ANEXOS

- Hoja de expedición de proyecto.

28.7 Procedimiento 07: Identificación y puesta al día de requisitos legales

28.7.1 OBJETO

Establecer un procedimiento para la identificación, acceso y puesta al día de los Requisitos Legales de aplicación.

28.7.2 ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todos los requisitos legales y otros requisitos a los que la organización se someta.

28.7.3 DEFINICIONES

Requisitos Legales: Se denominan Requisitos Legales aquellas exigencias de obligado cumplimiento para la empresa contempladas en la legislación vigente, independientemente de su categoría (Europea, Estatal, Autonómica o Municipal).

Disposiciones Legales: Preceptos Legales en general sin considerar su categoría (Reglamento, Ley, Decreto, Orden....etc.).

28.7.4 RESPONSABILIDADES

Responsable de Calidad

Mantendrá un registro con toda la legislación vigente, de cualquier índole, que sea de afección a las actividades realizadas por la empresa.

Es su responsabilidad mantenerlo y ponerlo al día, además de hacer que el resto de la plantilla tenga acceso al mismo y lo apliquen en todos los procedimientos de la empresa.

Resto de personal

Todo el personal de la empresa debe comunicar al Responsable de Calidad las noticias legales que pudiera conocer, debiendo tener todos los empleados un grado de implicación máximo.

El registro de legislación es la primera y única fuente de consulta que debe tener toda la organización: si un Técnico de Proyecto de Zona no encontrara una normativa o ley en el Registro, debería indicarlo al

Responsable de Calidad que sería el responsable de encontrarlo y añadirlo al registro.

Si no está en el registro, el empleado no debe "perder el tiempo" buscándolo por su cuenta, lo debe hacer el Responsable de Calidad.

28.7.5 DESARROLLO

28.7.5.1 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS LEGALES

El listado de Requisitos Legales es de aplicación a todas las actividades, productos y servicios que acomete EcoIntegral Ingeniería, S.L.

Semestralmente, el Responsable de Calidad recopilará todas aquellas nuevas disposiciones legislativas que hayan entrado en vigor y le sean de aplicación a la empresa.

- Reglamentos y Directivas Comunitarias
- Legislación Estatal
- Legislación Autonómica
- Ordenanzas Municipales y Locales
- Requisitos Corporativos y de los clientes

28.7.5.2 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN VIGENTE

Como consecuencia de la identificación y del acceso de los requisitos legales, la empresa elaborará anualmente un informe de cumplimiento de la legislación aplicable.

28.7.5.3 RECOPIACIÓN DE DISPOSICIONES LEGALES

Los registros relacionados con la legislación son archivados por el Responsable de Calidad. Se mantendrá un archivo por parte de éste en el cual se almacenará una copia de la legislación relacionada en el listado de Requisitos Legales identificados. Se archivarán en unas condiciones que permitan su fácil acceso y consulta a todos los empleados cuando a éstos les sean necesarios, a la vez que se asegurará su protección frente a daños, deterioro o pérdida.

El archivo de los registros de la legislación se hace en forma cronológica, de manera que su localización sea fácil y rápida.

28.7.5.4 ELIMINACIÓN DE REGISTROS

Los registros legales que dejen de estar en vigor se considerarán documentos obsoletos y se procederá a su eliminación. El Responsable de Calidad identificará la legislación fuera de vigencia y procederá a su eliminación.

28.7.6 REGISTRO Y ARCHIVOS DE LA DOCUMENTACIÓN

El listado de Requisitos Legales identificados y las disposiciones legales identificadas son archivados por el Responsable de Calidad.

En Málaga, Febrero 2021.



Rafael Flores Ventura
El Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 5.557
del Colegio Oficial de Peritos Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

29 Declaración responsable sobre las circunstancias y normativas urbanísticas de aplicación, a los efectos del cumplimiento del artículo 14 del Decreto 60/2010 Reglamento de Disciplina Urbanística de la Comunidad Autónoma de Andalucía

PROYECTO	Proyecto de ejecución de traslado de CD2018 "El Burgo" a nueva caseta construida en el mismo solar, sito en Calle Nueva 53, en el término municipal de El Burgo, (Málaga)
SITUACIÓN	Calle Nueva, 53 , El Burgo
PROMOTOR	EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.Eléctrica, S.L.U.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL	Rafael Flores Ventura; colegiado: 5.557

PLANEAMIENTO VIGENTE	Plan General de Ordenación Urbana del ayuntamiento de El Burgo (Málaga)
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	Urbano
ZONIFICACIÓN	Urbano
AFECCIÓN ORDENANZAS EDIFICIOS PROTEGIDOS	
OTROS	

ACOMPaña

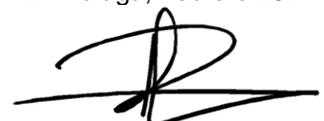
Cedula urbanística	Certificado urbanístico	Acuerdo municipal	X Otros
--------------------	-------------------------	-------------------	-------------------

DETERMINACIONES URBANISTICAS	DATOS DEL PROYECTO	DETERMINACIONES DEL PLANEAMIENTO	OBSERVACIONES
PARCELA MÍNIMA			
FACHADA MÍNIMA			

USOS			
DENSIDADES			
TIPOLOGÍA			
ALINEACIÓN	A VIAL		
	A LINDEROS		

EDIFICABILIDAD MÁXIMA			
ALTURA EDIFICACIÓN			
OCUPACIÓN MÁXIMA			
FONDO EDIFICABLE			
RETRANQUEOS			

En Málaga, Febrero 2021.



Rafael Flores Ventura
El Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 5.557
del Colegio Oficial de Peritos Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

DETERMINACIONES URBANISTICAS	DATOS DEL PROYECTO	DETERMINACIONES DEL PLANEAMIENTO	OBSERVACIONES
------------------------------	--------------------	----------------------------------	---------------

DOTACIONES Y EQUIPAMIENTOS *			
------------------------------	--	--	--

*Dotaciones y equipamientos de carácter público o privado previstas para la parcela o solar

ANCHURA DE CALLE			
ALTURA MÁXIMA			
Nº DE PLANTAS			
ALTURA PLANTAS	BAJA		
	RESTO		
SÓTANO			
PATIOS	SUPER. MIN.		
	LADO MÍNIMO		
	RADIO CIRC. INS		
CUERPOS SALIENTES			
ELEMENTOS SALIENTES			
ORDENANZA VALLA	A VIAL		
	MEDIANERAS		

El Ingeniero Técnico Industrial redactor **DECLARA bajo su exclusiva responsabilidad**, que el trabajo profesional referenciado, en el aspecto urbanístico del visado: (Colocar una X donde proceda)

X NO CONTIENE infracción urbanística grave ni muy grave de conformidad con lo establecido en el art. 207 de la Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía y 78 del Reglamento de Disciplina Urbanística de la Comunidad Autónoma de Andalucía aprobado por Decreto 60/2010.

SI CONTIENE infracción urbanística grave y/o muy grave.

OBSERVACIONES:

No se han encontrado limitaciones en la documentación consultada (Plan General de Ordenación Urbana) referentes a la regulación de usos y sistemas, y normas generales de edificación urbanística de El Burgo, referente a la instalación de la línea subterránea de media tensión y del centro de transformación interior.

En Málaga, Febrero 2021.



Rafael Flores Ventura
El Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 5.557
del Colegio Oficial de Peritos Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga