

LIBRO IV – PROYECTOS ESPECÍFICOS ANEXOS

4.4. PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Hoja de control de calidad

Documento	Libro IV.4.4. Proyecto de instalación de suministro eléctrico y centros de transformación		
Proyecto	Proyecto de ejecución de las obras de urbanización del Sector Grao (València)		
Código	LIV_P4.4_Proyecto de instalación de suministro eléctrico-D3		
Autores:	Firma:	Varios	
	Fecha:	31/01/26	
Verificado	Firma:	RVS/EBP	
	Fecha:	05/02/26	
Destinatario	VALERE REOCO SL		
Notas	Esta memoria ha sido completada por las distintas disciplinas técnicas que han desarrollado el Proyecto de Ejecución de las obras de urbanización del Sector Grao (Valencia)		
Confidencialidad	Información confidencial		

Índice

LIBRO IV – PROYECTOS ESPECÍFICOS ANEXOS.....	1
4.4. PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	1
1. Introducción	6
2. Objeto y Alcance.....	7
2.1. Objeto	7
2.2. Instalaciones en el alcance del proyecto.	7
3. Normativa de referencia	8
3.1. Normativa estatal.....	8
3.2. Normativa autonómica.....	10
3.3. Normas UNE.....	10
3.4. Normas particulares de la empresa distribuidora	25
3.5. Otra Normativa	25
4. Redes existentes y reposiciones.....	25
4.1. Reposición de líneas de la red de distribución a 20kV	26
4.2. Centros de Transformación.....	30
4.3. Red de Baja Tensión	30
5. Previsión de Potencias.....	30
5.1. Criterios de Cálculo.....	30
5.2. Previsión de Potencias.....	31
6. Solución de suministro	36
6.1. Criterios de diseño.....	36
6.2. Ubicación de Centros de Reparto.....	37
6.3. Anillos a 20kV.....	37
6.4. Centros de Transformación de Compañía.....	41
6.4.1. Suministro a parcelas Residencial y Terciario.....	41
6.4.2. Suministro a servicios de uso público y elementos varios.....	42
6.5. Red Subterránea de Baja Tensión.....	42
6.5.1. Suministro a parcelas Residencial y Terciario.....	42
6.5.2. Suministro a servicios de uso público y elementos varios.....	43

7. Descripción Técnica de las Instalaciones.....	44
7.1. Centros de Transformación y Reparto.....	44
7.2. Centro de Transformación de Compañía.....	57
Celda compacta CGMCOSMOS-2L2PT STAR.....	60
7.3. Líneas subterráneas a 20kV.....	67
7.3.1. Conductores.....	67
7.3.2. Zanjas y sistemas de enterramiento.....	67
7.3.3. Medidas de señalización de seguridad.....	69
7.3.4. Protecciones eléctricas.....	70
7.4. Líneas subterráneas de baja tensión.....	71
8. Cálculos Eléctricos.....	76
8.1. CÁLCULOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	76
8.1.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.....	76
8.1.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	76
8.1.3. CORTOCIRCUITOS.....	77
8.1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	78
8.1.5. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	78
8.1.6. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.....	79
8.1.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.....	79
8.1.8. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.....	80
8.1.9. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	80
8.1.10. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	82
8.1.11. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	82
8.1.12. CALCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO CREADO.....	101
8.1.13. CALCULO ACÚSTICO CT.....	102
8.2. CÁLCULOS LÍNEAS A 20kV.....	106
8.3. ELÉCTRICOS.....	106
8.3.1. Potencia a transportar.....	106
8.3.2. Capacidad de transporte.....	106
8.3.3. Protecciones eléctricas.....	107
8.3.4. Caída de tensión.....	108
8.3.5. Pérdida de potencia.....	108

8.3.6.	RESULTADOS ANILLOS INTERIORES.....	109
8.3.7.	RESULTADOS ACOMETIDAS.....	114
8.4.	MECÁNICOS.....	117
8.4.1.	RESISTENCIA MECÁNICA EN CRUZAMIENTOS Y SITUACIONES ESPECIALES.....	117
8.4.2.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS.....	117
8.5.	CÁLCULOS LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN.....	119
8.5.1.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	119
8.5.2.	DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN.....	119
8.5.3.	CALCULO Y DIMENSIONADO DE CONDUCTORES.....	120
8.5.4.	CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.....	121
8.5.5.	CRITERIO DE MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN.....	121
8.5.6.	PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.....	122
8.5.7.	CONTINUIDAD DEL NEUTRO.....	125
8.5.8.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.....	125

1. Introducción

El presente anejo tiene por objeto presentar los cálculos justificativos realizados para garantizar el suministro de energía eléctrica en la urbanización del Sector Grao de Valencia.

Con carácter de información previa se ha tenido en cuenta:

- Tipos de viales.
- Geometría de calles.
- Planeamiento vigente.
- Centros de transformación existentes.
- Nuevos centros de transformación.
- Situación general de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U. en cuanto a las posibilidades de suministro de energía a la zona.
- Redes existentes en la zona.
- Edificabilidad prevista.
- Otros usos: equipamientos y espacios libres.

La tensión y punto de entrega de suministro a la zona a electrificar se determinarán conforme a los criterios establecidos por el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Las características técnicas y la naturaleza subterránea de la infraestructura de nueva implantación se ajustarán a las reglamentaciones vigentes y a las normas particulares de la empresa suministradora de energía eléctrica, i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. en adelante (i-DE) s, concretándose en cada caso su aplicación de mutuo acuerdo entre el urbanizador o promotor y la Empresa Suministradora, a través del correspondiente convenio de electrificación.

En referencia al puntos de conexión para dar suministro eléctrico al sector, el proyecto se ha diseñado a partir de lo indicado en el Expediente i-DE EXP-46-9042546195.

- **Solicitante:** TECNICA Y PROYECTOS, S.A.
- **Dirección del Suministro:** Avenida Ingeniero Manuel Soto, 46024, Valencia
- **Capacidad de acceso Solicitada:** 51.977 kW
- **Capacidad de acceso Propuesta:** 51.977 kW
- **Tensión de suministro propuesta:** 20 kV

Con una incidencia en barras de ST de 19.135 kW en el nivel de tensión de 20 kV

2. Objeto y Alcance

2.1. Objeto

Las soluciones propuestas en el proyecto contemplan las siguientes instalaciones eléctricas nuevas tanto en alta tensión (*) como en baja tensión (**):

(*) Se denominan instalaciones de alta tensión (AT en lo sucesivo) a las instalaciones de tensión nominal > 1.000

V. En la instalación que nos ocupa, siempre serán denominadas instalaciones de AT, a las instalaciones de tensión nominal de servicio 20.000 V., que es la tensión de red de la compañía distribuidora. En el presente documento, el término instalaciones de alta tensión (AT), es equivalente al término Media tensión (MT), y se refiera a las instalaciones de tercera categoría, de tensión nominal inferior a 30 kV., y mayor de 1 KV (Artículo 3, RD 337/2014 por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias).

(**) Se denominan instalaciones de baja tensión (BT en lo sucesivo), a las instalaciones de tensión nominal inferior o igual a 1.000 V. Siendo las tensiones nominales usualmente utilizadas, de 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases para redes trifásicas de 4 conductores. (Artículo 4 Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión).

2.2. Instalaciones en el alcance del proyecto.

La solución propuesta contempla las siguientes instalaciones:

- TES 1. Ejecución de canalización necesaria en el ámbito del PAI, así como nueva canalización para acceso a la ST Aqua desde arquetones.
- TES 2. Modificación de las líneas L-2 CR Dr. Serra y la L-34 Jardín del Turia de la ST Grao reconduciéndolas hasta nuevos centros de reparto según esquema adjunto. Estas líneas será AI400.
- TES 3. Nueva línea desde ST Grao hasta nuevo centro de reparto en el que realizará entrada y salida finalizando en otro centro de reparto según esquema adjunto. Esta línea será tipo AI400.
- TES 4. Cuatro anillos de unión entre los centros de reparto en los que se conectarán los nuevos centros de transformación y centros de seccionamiento que se realicen. Estas líneas será AI240.
- TES 5. Modificación de las instalaciones eléctricas de media y baja tensión existentes en el ámbito del Sector para adaptarlas al nuevo planeamiento.
- TES 6. Centros de transformación de capacidad y tipo adecuado para atender la potencia de baja tensión prevista.
- TES 7. Red de baja tensión de capacidad adecuada para atender la potencia prevista. Tipo de red.

Las instalaciones proyectadas, NO están sujetas a Riesgo de Incendio Forestal, según Decreto 91/2023, de 22 de junio, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/1993, de 9 de diciembre, forestal de la Comunitat Valenciana.

Las instalaciones proyectadas NO generan incidencias negativas en el sistema, dando cumplimiento al apartado 2.A.4) del artículo 5 del Decreto 88/2005 de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte y del artículo 16 del Decreto-Ley 14/2020, Conselleria de Economía Sostenible, Sectores Productivos, Comercio y Trabajo; Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, y Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad.

3. Normativa de referencia

3.1. Normativa estatal

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Según Real Decreto 824/2002, de 2 de agosto de 2002.
- Resolución de 17 de abril de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-02 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT 01 a 23 aprobadas por Real decreto 337/2014 y publicado en el B.O.E. 9-06-14, así como sus adicciones y actualizaciones sucesivas.
- Resolución de 22 de noviembre de 2019, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, SAU.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- IET/290/2012, de 16 de febrero, por la que se modifica la orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir de 1 de enero de 2008 en lo relativo al plan de sustitución de contadores.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1.994, B.O.E. 31-12-94.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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. Condiciones impuestas por los organismos públicos afectados.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Normas particulares de la empresa eléctrica suministradora de energía, i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- 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 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- 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 485/1997, de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.
- Código Técnico de la Educación y documentos asociados.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI-2017), aprobado por Real Decreto 513/2017.
- 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 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Resolución de 22 de noviembre de 2019, de la dirección general de industria y de la pequeña y mediana empresa, por la que se aprueban especiaciones particulares y proyectos tipo de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

- Real decreto 1725/1984, de 18 de julio, por el que se modifican el reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía.
- Normas particulares de la compañía suministradora, (NI's) y Manuales técnicos (MT's).
- Normas UNE incluidas en la ITC-LAT 02 aprobado por el Real Decreto 337/2014.

3.2. Normativa autonómica

- Decreto Ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.
- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- DECRETO 91/2023, de 22 de junio, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/1993, de 9 de diciembre, forestal de la Comunitat Valenciana.
- Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.
- Decreto Ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.
- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.
- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.
- DECRETO 91/2023, de 22 de junio, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/1993, de 9 de diciembre, forestal de la Comunitat Valenciana.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Recomendaciones UNESA.

3.3. Normas UNE

GENERALES

UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60071-1:2006	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617-2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
UNE-EN 60617-3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparatura y dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

CABLES Y CONDUCTORES:

UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-1:2012/1M:2015	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2:

	Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas
UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1:1997/2M:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 21192:1992/1M:2009	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 207015:2013	Conductores desnudos de cobre duro cableados para líneas eléctricas aéreas
UNE 211003-1:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m = U$ kV) a 3 kV ($U_m = 3,6$ kV).
UNE 211003-1:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) a 3 kV ($U_m = 3,6$ kV).

UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211003-2:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211003-3:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211003-3:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211067-1:2017	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170 kV) hasta 400 kV (Um=420 kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.
UNE 211435:2011	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica
UNE-EN 50182:2002	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50182:2002/AC:2013	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50183:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio-silicio.
UNE-EN 50189:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
UNE-EN 50397-1:2007	Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60228 CORR.:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN IEC 60794-4:2018	Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2018.)
UNE-EN 61232:1996	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-EN 61232/A11 :2001	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE-HD 620-10E:2012/1M:2020	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 y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).
UNE-HD 620-9E:2012/1M:2020	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 9: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-3 y 9E-5).
UNE 211632-4A:2017	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3)
UNE 211632-6A:2017	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 6A: Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3)
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
UNE 211620:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9)
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013/1M:2016	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013/1M:2016	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE-EN 50540:2010	Conductores para líneas aéreas. Conductores de aluminio soportados por acero (acss).

ACCESORIOS PARA CABLES:

UNE 21021:1983	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE-EN 61854:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.
UNE-EN 61897:2000	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo «Stockbridge».

APOYOS Y HERRAJES:

UNE 21004:1953	Crucetas de madera para líneas eléctricas.
UNE-EN 14229:2011	Madera estructural. Postes de madera para líneas aéreas
UNE 56416:1988	Protección de maderas. Métodos de tratamiento.
UEN-EN 13991:2004	Derivados de la pirólisis del carbón. Aceites obtenidos de alquitrán de hulla: creosotas. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE-EN ISO 10684:2006	Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004)
UNE 207009:2019	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
UNE 207016:2007	Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas
UNE 207017:2010	Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE 207018:2018	Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE-EN 60652:2004	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
UNE-EN ISO 1461:2010	Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

Especificación UNE 0059:2017	Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas eléctricas aéreas de distribución y líneas de telefonía.
------------------------------	---

AISLADORES Y PASATAPAS:

UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000V.
UNE-EN 60137:2011	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

UNE 21009:1989	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores
UNE 21128:1980	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE 21128/1M:2000	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE-EN 61109:2010	Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61467:2010	Aisladores para líneas aéreas. Cadena de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para líneas de tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna.
UNE-EN 60305:1998	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago
UNE-EN 60372:2004	Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos
UNE-EN 60383-1:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60383-1/A11:2000	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60383-2:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60433:1999	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón
UNE-EN 61211:2005	Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.
UNE-EN 61325:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61466-1:2016	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados
UNE-EN 61466-2:1999	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas

UNE-EN 61466-2/A1:2003	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.
UNE-EN 61466-2:1999/A2:2018	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 62217:2013	Aisladores poliméricos de alta tensión para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

APARAMENTA:

UNE-EN 62271-1:2009	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271-1/A1:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 60439-5:2007	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
UNE-EN 61439-5:2011	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

SECCIONADORES:

UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/ A1:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/ A2:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

INTERRUPTORES, CONTACTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS:

UNE-EN 60265-1:1999	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-1 CORR:2005	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).
UNE-EN 62271-103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-104:2010	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001	Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).
UNE-EN 62271-106:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
UNE-EN 62271-200:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Apararamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
UNE-EN 62271-200:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Apararamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-201:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Apararamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-203:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Apararamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
UNE-EN 62271-203:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Apararamenta bajo envolvente metálica

	con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324 ERRATUM:2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

TRANSFORMADORES DE POTENCIA:

UNE-EN 60076-1:1998	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/ A1:2001	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/ A12:2002	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).
UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2002	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.

ERRATUM:2006	
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 60076-11:2005	Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
UNE-EN 50464-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21428-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21428-1-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.
UNE 21428-1-2:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN 50464-2-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
UNE-EN 50464-2-2:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-2-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte

UNE-EN 50464-3:2010	3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
UNE-EN 50541-1:2012	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 21538-1:2013	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21538-3:1997	Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS:

UNE-EN 62271-202:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE EN 50532:2011	Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).

TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN:

UNE-EN 50482:2009	Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
UNE-EN 60044-1:2000	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
UNE-EN 61869-1:2010	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 61869-2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-5:2005	Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-5:2012	Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
UNE-EN 60044-2:1999	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-3:2004	Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

PARARRAYOS:

UNE-EN 60099-1:1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005/ A2:2010	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005/ A1:2007	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN:

UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES:

UNE 211605:2013	Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE 211002:2012	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
UNE 21027-9:2007/1C:2009	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio.
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
UNE 211620:2012	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada

	hasta 18/30 (36 kV).
--	----------------------

3.4. Normas particulares de la empresa distribuidora

MT 2.00.03 Ed. 04, de mayo 2019. "Especificaciones particulares para instalaciones de clientes en AT."

MT 2.03.20 Ed. 11, de mayo de 2019 "Normas particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión.

MT 2.31.01 Ed. 10, de mayo de 2019 "Proyecto tipo de Línea Subterránea de A.T. hasta 30 kV."

MT 2.11.01 Ed. 05, de mayo de 2019 "Proyecto tipo para Centro de Transformación Prefabricado de Superficie."

MT 2.11.33 Ed. 03, de mayo de 2019 "Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal ≤ 30 kV."

MT 2.51.43 Ed. 02, de mayo de 2019 "Red Subterránea de Baja Tensión. Acometidas."

MT 3.51.20 Ed. 03, de mayo de 2019 "Especificaciones particulares para sistemas de Telegestión y Automatización de red. Instalación en nuevos centros de transformación."

MT 3.53.01 Ed. 08, de mayo de 2021 "Condiciones técnicas de instalaciones de producción eléctrica conectadas a la Red de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes."

3.5. Otra Normativa

Así como se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los organismos afectados, en caso de existir.

Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Valencia.

4. Redes existentes y reposiciones

La entidad con infraestructuras afectadas en el área de actuación objeto del presente proyecto es i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U., las instalaciones existentes en el ámbito de actuación son las siguientes:

- Subestación Transformadora ST-GRAO
- Línea subterránea a 132kV
- Línea subterránea a 66kV
- Red de distribución a 20 kV
- Red de distribución de Baja Tensión.

Las afecciones en la ST-GRAO y las líneas a 132 y 66kV tendrán que ser realizados por i-DE por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro, por lo que no forman parte del alcance de este proyecto.

4.1. Reposición de líneas de la red de distribución a 20kV

Para el desvío de la líneas de la red de distribución a 20kV afectada, el informe de condiciones técnicas EXP-46-9042546195 de i-DE indica lo siguiente:

“Trabajos necesarios para la nueva extensión de red desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante.

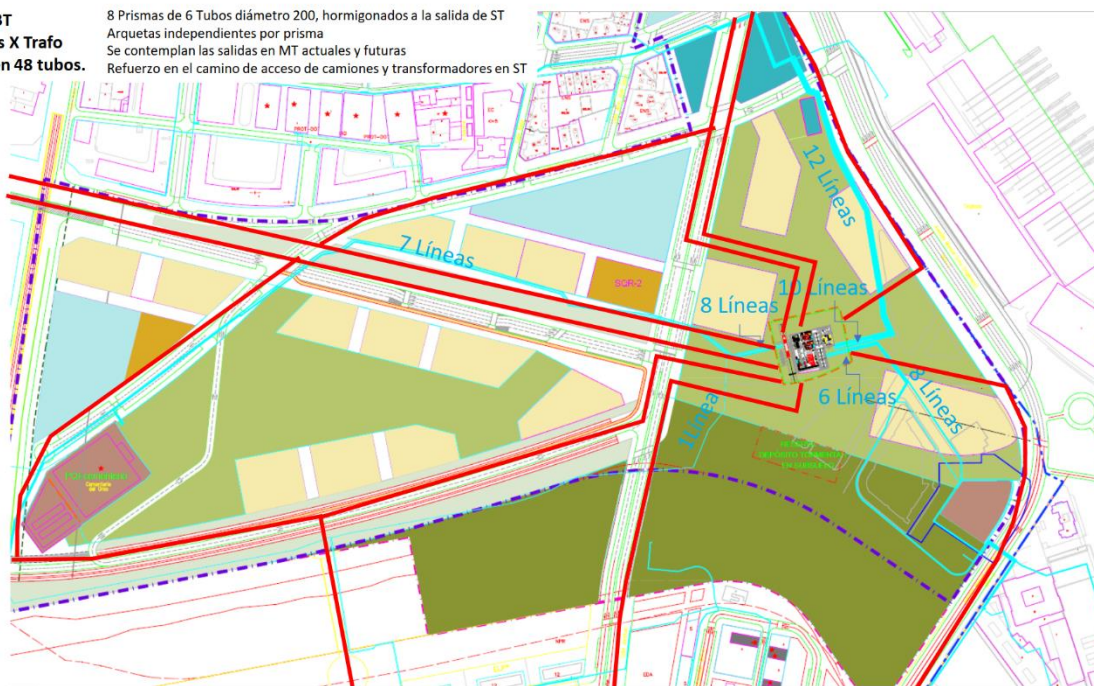
Son las nuevas instalaciones de red, que transcurren desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante, y que por necesidades de operación y mantenimiento de la red deben ser cedidos a i-DE, pudiendo ser ejecutados tanto por i-DE como por el solicitante y siempre a cargo del solicitante

TES 1. Ejecución de canalización necesaria en el ámbito del PAI, así como nueva canalización para acceso a la ST Aqua desde arquetones”

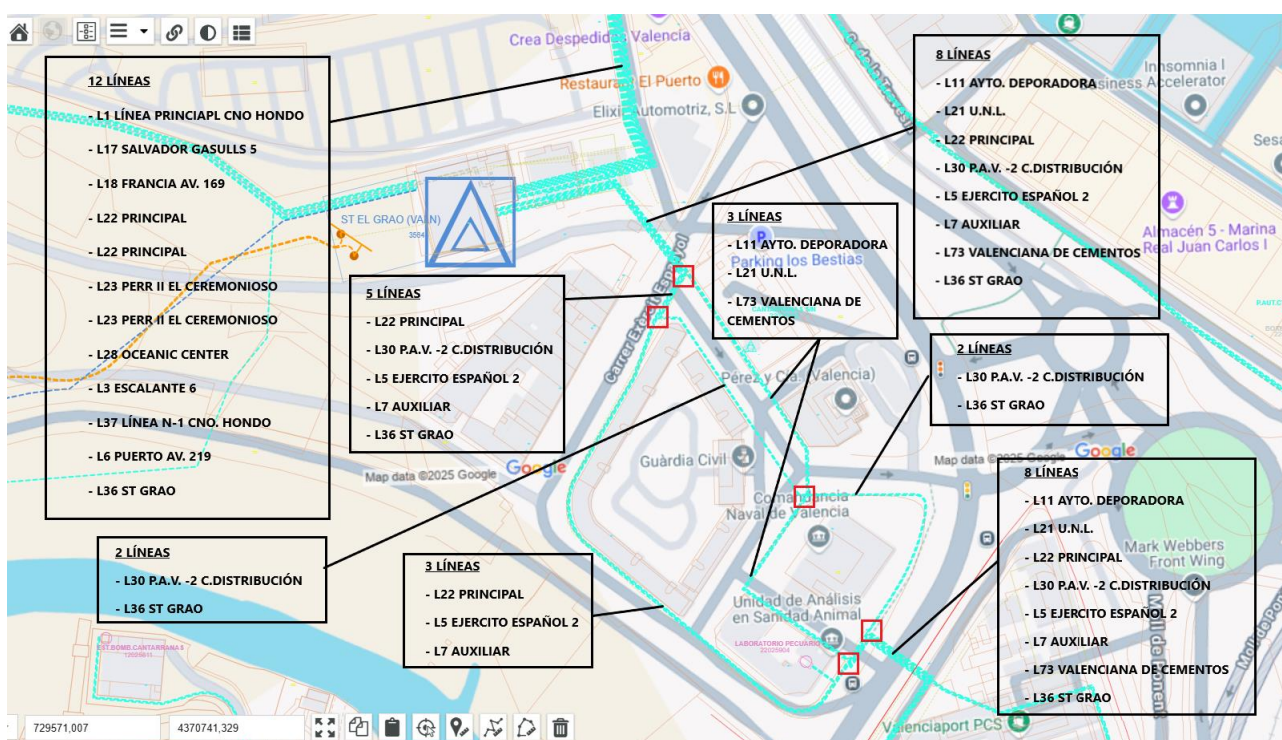
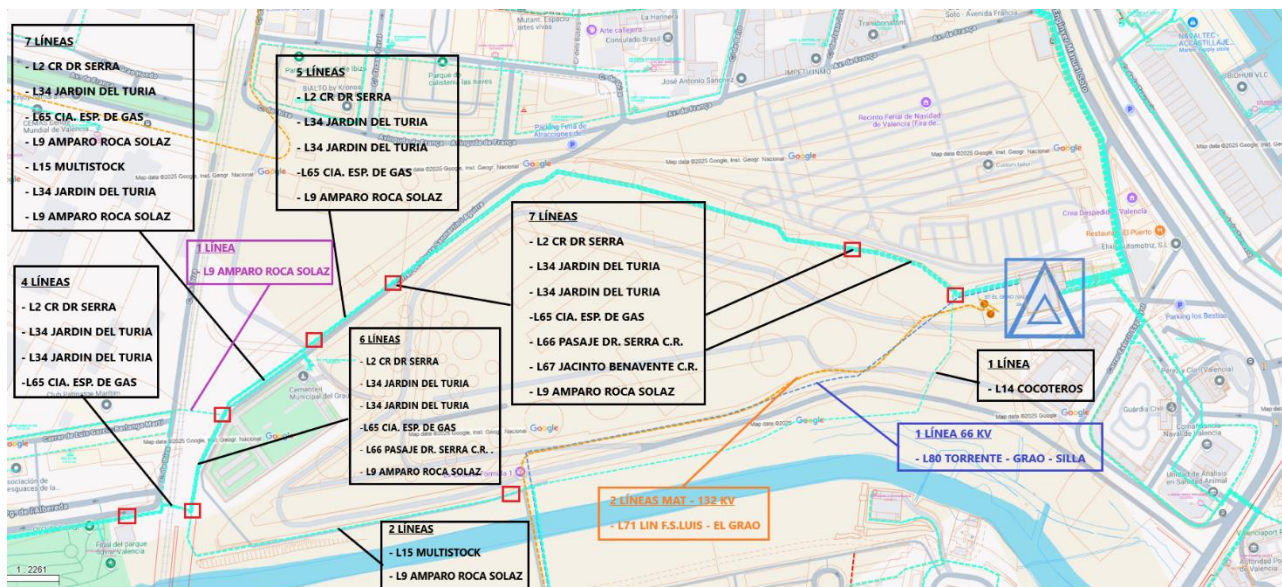
Y se anexa al informe el croquis reflejado a continuación:

ST 132/20 3T
12-15 líneas X Trafo
Se proponen 48 tubos.

8 Prismas de 6 Tubos diámetro 200, hormigonados a la salida de ST
Arquetas independientes por prisma
Se contemplan las salidas en MT actuales y futuras
Refuerzo en el camino de acceso de camiones y transformadores en ST



En consultas posteriores, los técnicos de i-DE aportan la denominación de las líneas a 20kV existentes:



Con esta información de partida se desarrolla el diseño de la reposición de servicios de la red existente de i-DE definida en los planos:

Nº de Plano	Título
5.2.7.1	Estado actual. Red eléctrica. Planta Estado Actual
5.2.7.2	Estado actual. Red eléctrica. Planta Afecciones y Reposiciones
5.9.6	Estado actual. Red eléctrica. Detalles

Cabe señalar que el alcance de este proyecto, por indicaciones de i-DE y del promotor de las obras, incluye solo la obra civil correspondiente a la canalización bajo la que se ejecutaran posteriormente los desvíos de las líneas existentes a 20kV por parte de i-DE y así se ha reflejado en el capítulo correspondiente del presupuesto. Es decir, el presupuesto no incluye la instalación eléctrica de los desvíos, tendido de cableado, empalmes, ensayos, etc.

El prisma de los desvíos para redes a 20kV se describe a continuación:

Canalización entubada

Estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico. Las características de estos tubos serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.03.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en los documentos aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 1,2 m. en acera, tierra o calzada al tratarse de líneas a 20kV para cumplir con la "Ordenanza Municipal Reguladora de Zanjass y Catass en la Vía Pública" del Ayuntamiento de Valencia.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de tubos), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta, serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 29.00.01.

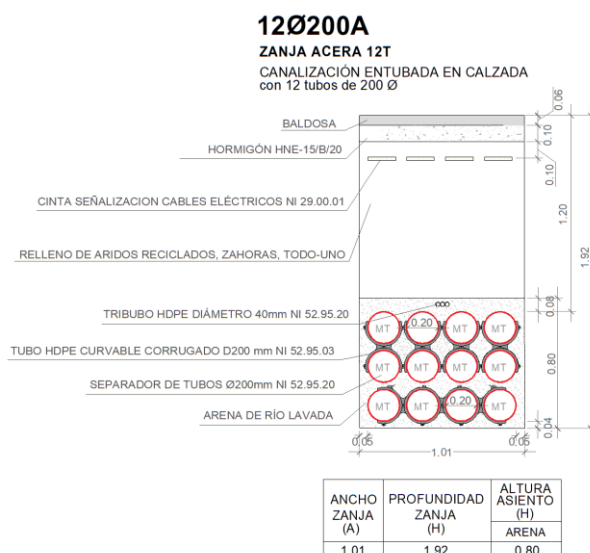
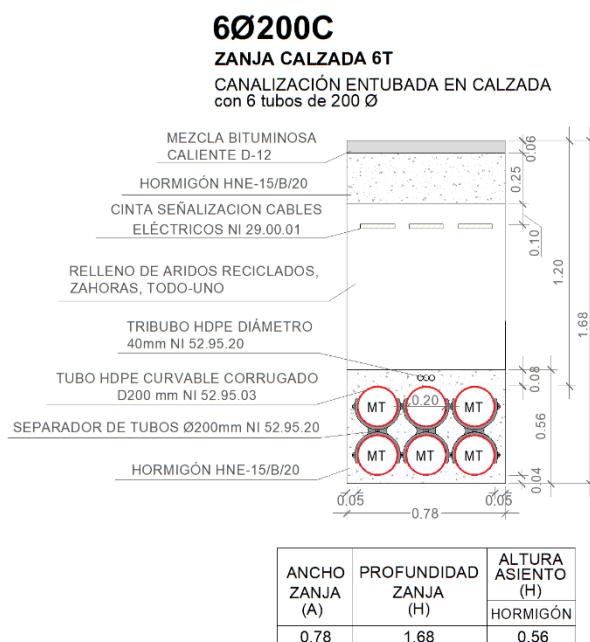
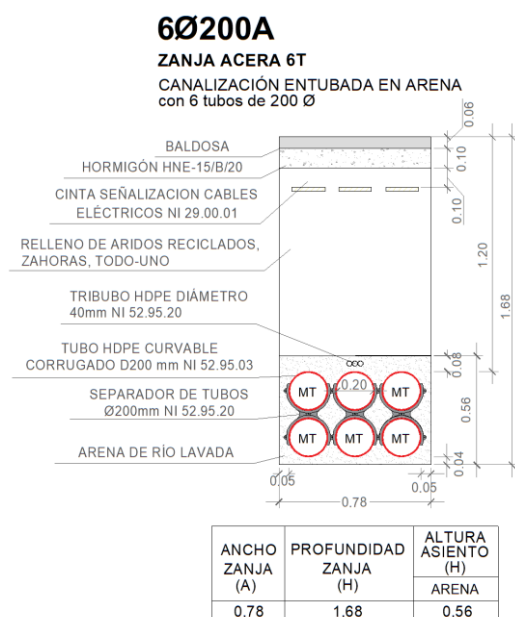
Todas las canalizaciones deben estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. La instalación de telecomunicaciones se colocará con multitubo de características similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el documento de referencia informativo, MT 2.33.14 "Guía de instalación de los cables óptico subterráneos", mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en el documento, de referencia informativa, NI

52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones".

La capa de relleno podrá ser de tierras procedente de la excavación, tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, o áridos reciclados y debiendo estar exenta de piedras o cascotes.

Se colocarán tubos de 200 mm Ø, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.



4.2. Centros de Transformación

Los Centros de Transformación propiedad e i-DE existentes en el ámbito de actuación son los siguientes:

- CT Cantarranas, frente a la Casa Cuartel de la Guardia Civil.
- CR Jto al cementerio
- CEE Puerto Val (T)

La actuación consiste en el desmantelamiento y retirada completa de los Centros de Transformación.

4.3. Red de Baja Tensión

Los suministros en baja tensión actualmente alimentados desde los Centros Transformación y que deban mantenerse serán sitúen es esa zona serán atendidos desde la red interior diseñada para la urbanización.

5. Previsión de Potencias

5.1. Criterios de Cálculo

Los criterios para el cálculo de potencia solicitada por la actuación son los siguientes:

POTENCIA A NIVEL DE CT (kVA)

Parcelas con uso Residencial y Terciario:

Viviendas :

- 1 vivienda / 80m² de edificabilidad residencial
- Potencia prevista 9,2kW/vivienda,
- Potencia simultánea a nivel de CT = $P_{viv} * 0,4 / 0,9$ kVA

Reserva Vehículos Eléctricos:

- 10% viviendas,
- Potencia prevista 3,68kW/ud
- Potencia simultánea a nivel de CT = $P_{rve} * 1 / 0,9$ kVA

Garajes:

- 3 sótanos x Sup Parcela
- Potencia prevista 20W/m²
- Potencia simultánea a nivel de CT = $P_{garajes} * 1 / 0,9$ kVA

Servicios Comunes:

- 3 zaguanes x Parcela
- Potencia prevista 30kW/zaguán

- Potencia simultánea a nivel de CT = $P_{sc} \cdot 1/0,9$ kVA

Terciario en Parcelas con Residencial:

- Potencia prevista Sup terciario*100 W/m²,
- Potencia simultánea a nivel de CT
 - o Parcelas con Terciario solo en Planta Baja (Edific Terciaria < Sup Parcela):
Potencia simultánea a nivel de CT = $P_{ter} \cdot 1/0,9$ kVA
 - o Parcelas con Terciario en plantas más altas que Baja (Edific Terciaria > Sup Parcela)
Potencia simultánea a nivel de CT = $P_{ter} \cdot 0,6/0,9$ kVA

Parcelas con Dotacional o Equipamientos:

- Potencia prevista Sup dotacional*20 W/m²
- Potencia simultánea a nivel de CT = $P_{dot} \cdot 1/0,9$ kVA

Las parcelas dotacionales **no** se suministran desde CTs de i-DE, se tienen en cuenta solo para calcular la capacidad de transporte de las líneas de 20kV a las que se conectarán en un futuro.

POTENCIA A NIVEL DE LSMT (kVA)

Incidencia de la Potencia respecto a la red de Alta Tensión:

$$P_{LMT} \text{ (kVA)} = 0,85 \times \Sigma PCT \text{ (kVA)}$$

En el término ΣPCT (kVA) se sumará, además de la incidencia en CT de la potencia solicitada en BT, la potencia solicitada en AT (con coeficiente de simultaneidad de 1), es decir las parcelas dotacionales y equipamientos.

5.2. Previsión de Potencias

Con estos criterios y partiendo de las superficies de las parcelas se obtienen los valores de potencia indicados a continuación.

Manzana	Area	Parcela	Calificación del Suelo	Superficie m²	Dotacional m²	Edificabilidad (m² t)			Nº viv. 80 m²	Nº Alturas	Nº RVE 10% viv	Dotaciones		
						Terciario	Residencial	Total				Residencial (W/viv.)	Dotacional (W/m²)	Terciario (W/m²)
EDAM Grao-1	1	1-A	Residencial + Terciario	3.064,78		1.654,00	21.945,00	23.599,00	274	20-23	28	9.200		100
		1-B	Residencial + Terciario	2.873,82		1.551,00	20.768,00	22.319,00	260	20-23	26	9.200		100
EDAM Grao-2	1	1-A	Residencial + Terciario	2.459,62		1.234,00	17.999,00	19.233,00	225	27-30	23	9.200		100
		1-B	Residencial + Terciario	2.451,00		1.068,00	17.956,00	19.024,00	224	22	23	9.200		100
		1-C	Residencial + Terciario	3.427,98		1.205,00	21.956,00	23.161,00	274	22	28	9.200		100
	2	2-A	Residencial + Terciario	2.481,12		1.304,00	19.028,00	20.332,00	238	20-23	24	9.200		100
		2-B	Residencial + Terciario	2.300,00		1.068,00	18.627,00	19.695,00	233	25-28	24	9.200		100
		2-C	Residencial + Terciario	2.300,00		1.070,00	19.502,00	20.572,00	244	27-30	25	9.200		100
EDAM Grao-3	1	1-A	Residencial + Terciario	3.096,06		1.718,00	19.374,00	21.092,00	242	30-33	25	9.200		100
		1-B	Residencial + Terciario	2.905,90		1.244,00	18.553,00	19.797,00	232	25-30	24	9.200		100
		1-C	Residencial + Terciario	2.521,28		1.285,00	15.891,00	17.176,00	199	25-30	20	9.200		100
	2	2-A	Residencial + Terciario	3.283,29		5.143,00	17.878,00	23.021,00	223	25-30	23	9.200		100
		3-A	Residencial + Terciario	4.471,93		10.175,00	15.355,00	25.530,00	192	33-36	20	9.200		100
		3-B	Residencial + Terciario	4.292,34		7.592,00	13.833,00	21.425,00	173	25-30	18	9.200		100
	3	3-C	Residencial + Terciario	4.216,37		10.589,00	17.232,00	27.821,00	215	33-36	22	9.200		100
		1-A	Residencial + Terciario	7.720,72		47.015,98	8.850,93	55.866,91	111	37-40	12	9.200		100
EDAM Grao-4	1	1-A	Residencial + Terciario	7.720,72		47.015,98	8.850,93	55.866,91	111	37-40	12	9.200		100
SED-1			Dotacional-Educativo-Cultural	10.507,08	10.507,08								100	
SED-2			Dotacional-Educativo-Cultural	14.394,38	14.394,38								100	
SED-3			Dotacional-Educativo-Cultural	4.501,98	4.501,98								100	
SDM-1			Dotacional múltiple-Subestación	1.252,20	1.252,20								100	
SDM-2			Dotacional Múltiple	474,62	474,62								100	
SDM-3			Dotacional Múltiple	1.590,51	1.590,51								100	
SDM-4			Dotacional Múltiple	3.583,83	3.583,83								100	
PAD (PFS)			Dotacional admin.-instit.-Com.	2.569,37	2.569,37								100	
SAL-1			Zona verde. Área Juegos	227,61	227,61								2	
SAL-2			Zona verde. Área Juegos	774,55	774,55								2	
SAL-3			Zona verde. Área Juegos	528,69	528,69								2	
PQL-1			Zonas Verdes. Parque urbano	75.238,02	75.238,02								2	
SJL-1			Zona verde. Jardines	40.564,40	40.564,40								2	
SJL-2			Zona verde. Jardines	39.162,19	39.162,19								2	
SJL-3			Zona verde. Jardines	3.230,22	3.230,22								2	
PRV			Red primaria. Viario	107.098,75	107.098,75								2	
SRV			Red secundaria. Red viaria	8.261,89	8.261,89								2	
SPV			Red secundaria. Red viaria	7.653,41	7.653,41								2	
PID-CEMENTERIO			Red Primaria Inf y Serv. Urb.-	7.053,82	7.053,82								5	
PID-3(a)			Infraestr.-Serv. Urbano-	6.000,00	6.000,00								20	
PID-3(a)			Infraestr.-Serv. Urbano-	3.127,31	3.127,31								20	
RIEGO 1			Infraestr.-Serv. Urbano-											
RIEGO 2			Infraestr.-Serv. Urbano-											
TOTAL RESIDENCIAL + TERCIARIO														
TOTAL EDUCATIVO-CULTURAL														
TOTAL DOTACIONAL														
TOTAL INFRAESTRUCTURAS														
TOTAL														

Manzana	Area	Parcela	Potencia instalada (kW)								
			Residencial (nº viv*9,2kW)	Garajes (3*Sup*20 W/m²)	Serv aux (3zag*30kW/zag)	RVE (nº RVE*3,68kW)	Dotacional (Sup*20 W/m²)	Terciario comercial en Planta Baja (Edific Terciaria < Sup Parcela) (Sup*100 W/m²)	Terciario oficinas en altura (Edific Terciaria > Sup Parcela) (Sup*100 W/m²)	TOTAL	
EDAM Grao-1	1	1-A	2.523,68	183,89	90,00	103,04		165,40		3.066,00	
		1-B	2.388,32	172,43	90,00	95,68		155,10		2.901,53	
EDAM Grao-2	1	1-A	2.069,89	147,58	90,00	84,64		123,40		2.515,50	
		1-B	2.064,94	147,06	90,00	84,64		106,80		2.493,44	
		1-C	2.524,94	205,68	90,00	103,04		120,50		3.044,16	
	2	2-A	2.188,22	148,87	90,00	88,32		130,40		2.645,81	
		2-B	2.142,11	138,00	90,00	88,32		106,80		2.565,23	
		2-C	2.242,73	138,00	90,00	92,00		107,00		2.669,73	
EDAM Grao-3	1	1-A	2.228,01	185,76	90,00	92,00		171,80		2.767,57	
		1-B	2.133,60	174,35	90,00	88,32		124,40		2.610,67	
		1-C	1.827,47	151,28	90,00	73,60		128,50		2.270,84	
	2	2-A	2.055,97	197,00	90,00	84,64			514,30	2.941,91	
		3	3-A	1.765,83	268,32	90,00	73,60			1.017,50	3.215,24
			3-B	1.590,80	257,54	90,00	66,24			759,20	2.763,78
			3-C	1.981,68	252,98	90,00	80,96			1.058,90	3.464,52
EDAM Grao-4	1	1-A	1.017,86	463,24	90,00	44,16			4.701,60	6.316,86	
SED-1						1.050,71			1.050,71		
SED-2						1.439,44			1.439,44		
SED-3						450,20			450,20		
SDM-1						125,22			125,22		
SDM-2						47,46			47,46		
SDM-3						159,05			159,05		
SDM-4						358,38			358,38		
PAD (PFS)						256,94			256,94		
SAL-1						0,46			0,46		
SAL-2						1,55			1,55		
SAL-3						1,06			1,06		
PQL-1						150,48			150,48		
SJL-1						81,13			81,13		
SJL-2						78,32			78,32		
SJL-3						6,46			6,46		
PRV						214,20			214,20		
SRV						16,52			16,52		
SPV						15,31			15,31		
PID-CEMENTERIO						35,27			35,27		
PID-3(a)						120,00			120,00		
PID-3(a)						62,55			62,55		
RIEGO 1									208,00		
RIEGO 2									152,50		
TOTAL RESIDENCIAL + TERCIARIO										48.252,8	
TOTAL EDUCATIVO-CULTURAL										3.555,7	
TOTAL DOTACIONAL										331,7	
TOTAL INFRAESTRUCTURAS										1.143,8	
TOTAL										53.284,0	

Manzana	Area	Parcela	P _{CT} COMPANIA				P _{20kV} CT I-DE	P _{20kV} LSMT I-DE	P _{20kV} CT Particular	P _n CT Particular
			Pot Resid Viv x 0,4/0,9 (kVA)	Pot Resid otros usos (Garaje + Serv aux + RVE) x 1/0,9 (kVA)	Pot Terc comercial en Planta Baja x 1/0,9 (kVA)	Pot Terc oficinas en altura x 0,6/0,9 (kVA)	kVA		Pot Dotacional x 1/0,9 (kVA)	
EDAM Grao-1	1	1-A	1.121,63	418,81	183,78		1.724,22	1.465,59		
		1-B	1.061,48	397,90	172,33		1.631,71	1.386,95		
EDAM Grao-2	1	1-A	919,95	358,02	137,11		1.415,08	1.202,82		
		1-B	917,75	357,44	118,67		1.393,86	1.184,78		
		1-C	1.122,20	443,02	133,89		1.699,11	1.444,24		
	2	2-A	972,54	363,54	144,89		1.480,97	1.258,83		
		2-B	952,05	351,47	118,67		1.422,18	1.208,85		
		2-C	996,77	355,56	118,89		1.471,21	1.250,53		
EDAM Grao-3	1	1-A	990,23	408,63	190,89		1.589,74	1.351,28		
		1-B	948,26	391,86	138,22		1.478,35	1.256,59		
		1-C	812,21	349,86	142,78		1.304,85	1.109,12		
	2	2-A	913,76	412,93		342,87	1.669,56	1.419,13		
		3-A	784,81	479,91		678,33	1.943,05	1.651,59		
		3-B	707,02	459,76		506,13	1.672,91	1.421,97		
	3	3-C	880,75	471,05		705,93	2.057,73	1.749,07		
		1-A	452,38	663,78		3.134,40	4.250,56	3.612,98		
EDAM Grao-4	1	1-A	452,38	663,78		3.134,40	4.250,56	3.612,98		
SED-1								992,34	1.167,45	1.200,00
SED-2								1.359,47	1.599,38	1.600,00
SED-3								425,19	500,22	500,00
SDM-1										
SDM-2										
SDM-3										
SDM-4								338,47	398,20	400,00
PAD (PFS)								242,66	285,49	400,00
SAL-1										
SAL-2										
SAL-3										
PQL-1										
SJL-1										
SJL-2										
SJL-3										
PRV										
SRV										
SPV										
PID-CEMENTERIO										
PID-3(a)										
PID-3(a)										
RIEGO 1								221,00	260,00	
RIEGO 2								162,03	190,63	
TOTAL RESIDENCIAL + TERCARIO										
TOTAL EDUCATIVO-CULTURAL									3.950,7	4.100,0
TOTAL DOTACIONAL										
TOTAL INFRAESTRUCTURAS										
TOTAL									3.950,7	4.100,0

CTs de compañía necesarios para el suministro a parcelas Residencial + Terciario:

Manzana	Parcela	P _{20kV} CT i-DE	P _{20kV} LSMT i-DE	P _n CT COMPAÑÍA				TOTAL PARCELA (kVA)
		kVA	kVA	CT1 (kVA)	CT2 (kVA)	CT3 (kVA)	CT4 (kVA)	
EDAM Grao-1	1-A	1.724,22	1.465,59	1.030	1.030			2.060
	1-B	1.631,71	1.386,95	1.030	630			1.660
EDAM Grao-2	1-A	1.415,08	1.202,82	1.030	400			1.430
	1-B	1.393,86	1.184,78	1.030	400			1.430
	1-C	1.699,11	1.444,24	1.030	1.030			2.060
	2-A	1.480,97	1.258,83	1.030	630			1.660
	2-B	1.422,18	1.208,85	1.030	400			1.430
	2-C	1.471,21	1.250,53	1.030	630			1.660
EDAM Grao-3	1-A	1.589,74	1.351,28	1.030	630			1.660
	1-B	1.478,35	1.256,59	1.030	630			1.660
	1-C	1.304,85	1.109,12	1.030	400			1.430
	2-A	1.669,56	1.419,13	1.030	1.030			2.060
	3-A	1.943,05	1.651,59	1.030	1.030			2.060
	3-B	1.672,91	1.421,97	1.030	1.030			2.060
	3-C	2.057,73	1.749,07	1.030	1.030			2.060
EDAM Grao-4	1-A	4.250,56	3.612,98	1.030	1.030	1.030	1.030	4.120
								30.500

6. Solución de suministro

6.1. Criterios de diseño

La solución de suministro a la tensión de 20kV se desarrolla a partir de lo indicado en el informe del expediente i-DE EXP-46-9042546195

"2.SOLUCIÓN Y PUNTO DE CONEXIÓN

La conexión de la instalación a la red de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U en adelante (i-DE) se realizará en:

- La conexión se realizará a través de una nueva de línea de 20 kV a construir en la Subestación ST Grao y mediante la conexión de las líneas de L-2 CR Dr. Serra y la L-34 Jardín del Turia que harán entrada y salida en la ST AQUA.

TES 2. Modificación de las líneas L-2 CR Dr. Serra y la L-34 Jardín del Turia de la ST Grao reconduciéndolas hasta nuevos centros de reparto según esquema adjunto. Estas líneas será AI400.

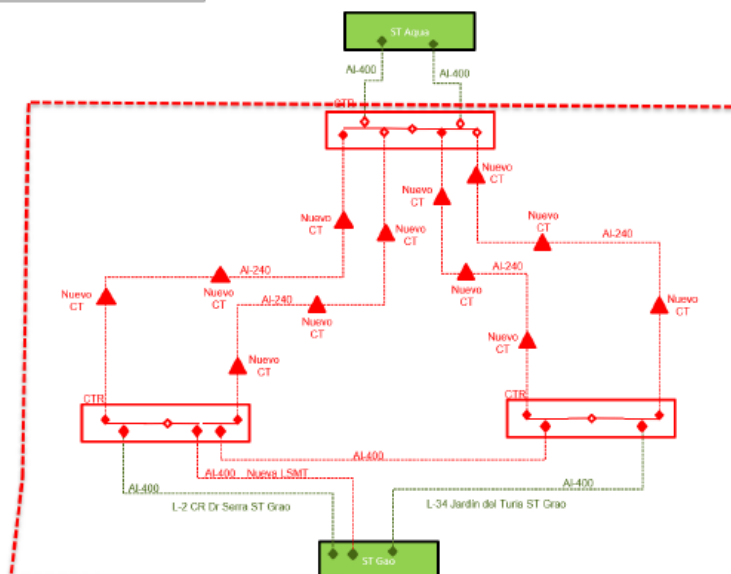
TES 3. Nueva línea desde ST Grao hasta nuevo centro de reparto en el que realizará entrada y salida finalizando en otro centro de reparto según esquema adjunto. Esta línea será tipo AI400.

TES 4. Cuatro anillos de unión entre los centros de reparto en los que se conectarán los nuevos centros de transformación y centros de seccionamiento que se realicen. Estas líneas será AI240.

TES 6. Centros de transformación de capacidad y tipo adecuado para atender la potencia de baja tensión prevista.

TES 7. Red de baja tensión de capacidad adecuada para atender la potencia prevista.

ESQUEMA ORIENTATIVO



6.2. Ubicación de Centros de Reparto.

Se sitúan los centros de reparto en zonas ajardinadas atendiendo a la optimización de distribución en planta para la conexión de los cuatro anillos justificada continuación y a los trazados de los desvíos de las líneas de L-2 CR Dr. Serra y la L-34 Jardín del Turia para establecer los puntos de conexión las redes existentes.

Teniendo en cuenta que desde los centros de reparto se suministra a servicios de uso público del sector (como alumbrado y fuentes ornamentales) y a otros elementos varios (quioscos en jardines, valenbisi...), estos se han situado en zonas ajardinadas para no afectar a los ratios de edificabilidad asignados a las parcelas de usos residencial y terciario.

La ubicación de los centros de reparto se detalla en el plano:

- 5.8.4.1 Planta Red de eléctrica de 20 kV y CTs.

La definición técnica de equipos y materiales que componen la instalación de los centros de reparto así como su justificación de cálculo se desarrolla en apartados posteriores de esta memoria.

6.3. Anillos a 20kV

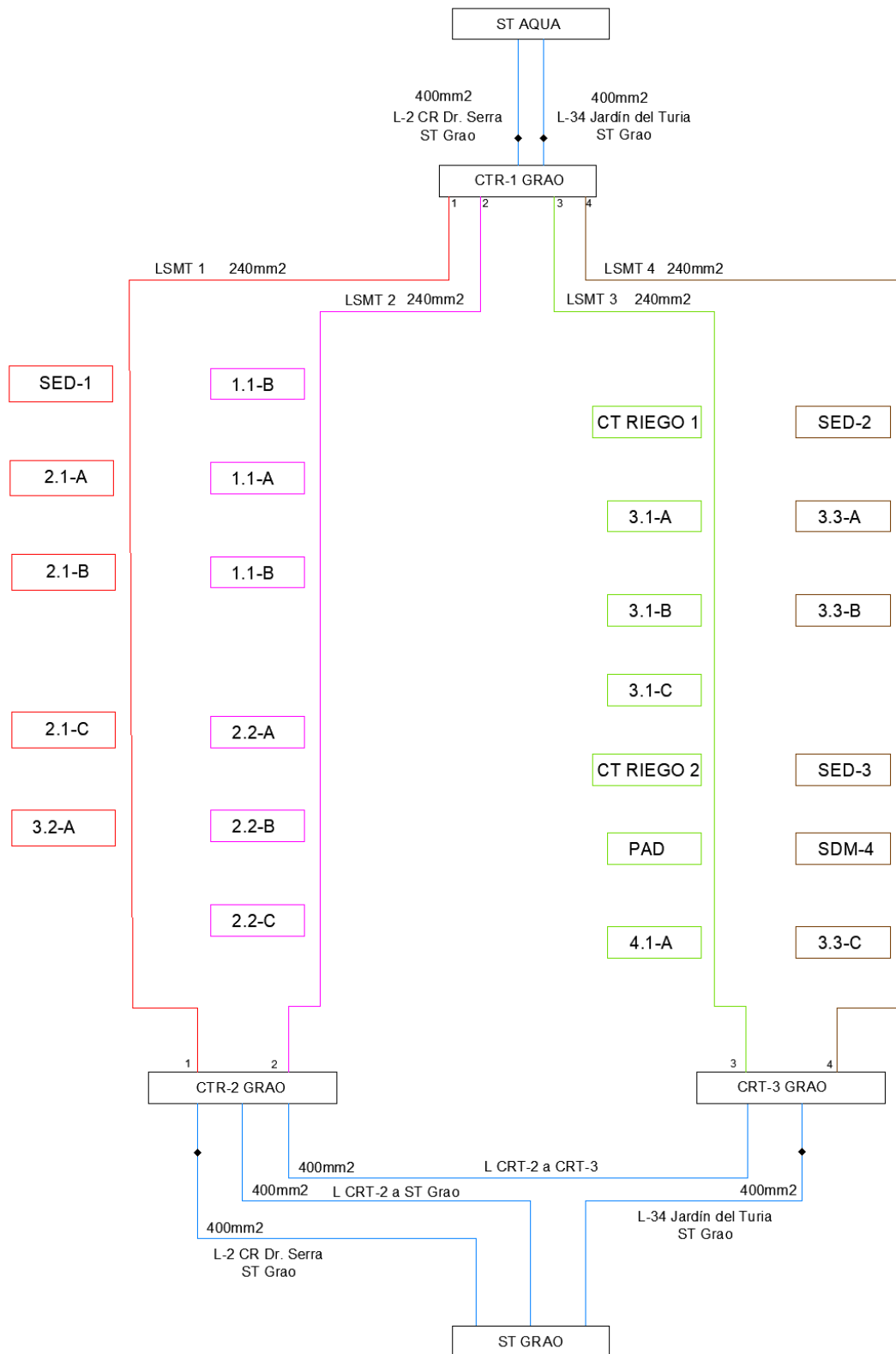
Los anillos de distribución interior formados a partir de línea HEPRZ1 12/20kV 3x1x240mm² Al en las condiciones de instalación de proyecto tienen una capacidad de transporte de **8.198,49 kVA** de acuerdo a la ITC-LAT-06, este dato se justifica posteriormente en el apartado de cálculos de líneas a 20kV.

Teniendo en cuenta la potencia demandada por las parcelas a nivel de LSMT, la situación en planta de cada una de ellas y la capacidad de transporte de los anillos a 20kV, se ha desarrollado la siguiente solución:

Distribución en planta de las parcelas suministradas por cada línea:



Esquema unifilar:



Potencias asignadas a cada línea:

kVA			
Manzana	Parcela-Color LSMT	P _{20kV} CT i-DE	P _{20kV} LSMT i-DE
EDAM Grao-1	1.1-A	1.724,22	1.465,59
	1.1-B	1.631,71	1.386,95
EDAM Grao-2	2.1-A	1.415,08	1.202,82
	2.1-B	1.393,86	1.184,78
	2.1-C	1.699,11	1.444,24
	2.2-A	1.480,97	1.258,83
	2.2-B	1.422,18	1.208,85
	2.2-C	1.471,21	1.250,53
EDAM Grao-3	3.1-A	1.589,74	1.351,28
	3.1-B	1.478,35	1.256,59
	3.1-C	1.304,85	1.109,12
	3.2-A	1.669,56	1.419,13
	3.3-A	1.943,05	1.651,59
	3.3-B	1.672,91	1.421,97
	3.3-C	2.057,73	1.749,07
EDAM Grao-4	4.1-A	4.250,56	3.612,98
SED-1	SED-1	1.167,45	992,34
SED-2	SED-2	1.599,38	1.359,47
SED-3	SED-3	500,22	425,19
SDM-4	SDM-4	398,20	338,47
PAD	PAD	285,49	242,66
RIEGO 1	RIEGO 1	260,00	221,00
RIEGO 2	RIEGO 2	190,63	162,03
			27.715,48

KVA	
LSMT 1	6.243,30
SED-1	992,34
2.1-A	1.202,82
2.1-B	1.184,78
2.1-C	1.444,24
3.2-A	1.419,13

KVA	
LSMT 2	6.570,75
1.1-A	1.465,59
1.1-B	1.386,95
2.2-A	1.258,83
2.2-B	1.208,85
2.2-C	1.250,53

KVA	
LSMT 3	7.955,67
3.1-A	1.351,28
3.1-B	1.256,59
3.1-C	1.109,12
4.1-A	3.612,98
PAD	242,66
RIEGO 1	221,00
RIEGO 2	162,03

KVA	
LSMT 4	6.945,76
SED-2	1.359,47
SED-3	425,19
SDM-4	338,47
3.3-A	1.651,59
3.3-B	1.421,97
3.3-C	1.749,07

La definición técnica de equipos y materiales que componen la instalación de líneas a 20kV así como su justificación de cálculo se desarrolla en apartados posteriores de esta memoria.

6.4. Centros de Transformación de Compañía

6.4.1. Suministro a parcelas Residencial y Terciario

A partir de las potencias demandadas por las parcelas a nivel de CT se calcula la cantidad y potencia necesaria de CTs de Compañía en cada parcela.

Manzana	Parcela	P _{20kV} CT i-DE	P _{20kV} LSMT i-DE	P _n CT COMPAÑÍA				TOTAL PARCELA (kVA)
		kVA	kVA	CT1 (kVA)	CT2 (kVA)	CT3 (kVA)	CT4 (kVA)	
EDAM Grao-1	1-A	1.724,22	1.465,59	1.030	1.030			2.060
	1-B	1.631,71	1.386,95	1.030	630			1.660
EDAM Grao-2	1-A	1.415,08	1.202,82	1.030	400			1.430
	1-B	1.393,86	1.184,78	1.030	400			1.430
	1-C	1.699,11	1.444,24	1.030	1.030			2.060
	2-A	1.480,97	1.258,83	1.030	630			1.660
	2-B	1.422,18	1.208,85	1.030	400			1.430
	2-C	1.471,21	1.250,53	1.030	630			1.660
EDAM Grao-3	1-A	1.589,74	1.351,28	1.030	630			1.660
	1-B	1.478,35	1.256,59	1.030	630			1.660
	1-C	1.304,85	1.109,12	1.030	400			1.430
	2-A	1.669,56	1.419,13	1.030	1.030			2.060
	3-A	1.943,05	1.651,59	1.030	1.030			2.060
	3-B	1.672,91	1.421,97	1.030	1.030			2.060
	3-C	2.057,73	1.749,07	1.030	1.030			2.060
EDAM Grao-4	1-A	4.250,56	3.612,98	1.030	1.030	1.030	1.030	4.120
								30.500

Como puede verse en el cuadro anterior, los centros de transformación propios de las parcelas privadas se han calculado y distribuido proporcionalmente a la edificabilidad asignada a cada una de las parcelas, de manera que los CT's ubicados en cada parcela dan servicio a las necesidades de potencia de la misma. De esta manera cada parcela asumirá el coste de los centros de transformación que dan servicio a sí misma de la manera que se les ha asignado en el presente proyecto de Urbanización. Con ello, la carga de construcción de los CT's diferidos deja de ser una carga del urbanizador a repartir entre los propietarios y pasa a ser una carga propia de la parcela. Es decir, cada parcela debe construir los CT's que le asigna el proyecto de Urbanización.(resumidos en la tabla anterior) y con las potencias aquí indicadas.

Como se especifica en el cuadro, cada parcela necesita de dos CT's excepto la parcela 1-A de la EDAM Grao-4, que necesita para dar servicio a la edificabilidad que le corresponde de cuatro centros de transformación.

Se señala en este punto que para la parcela EDAM Grao-4 no se alcanza la potencia requerida con 4 CTs de 1030kVA pero la potencia entre potencia prevista y potencia instalada es de 130kVA tan solo un 3% del total

de la parcela lo que no justifica la instalación de un quinto CT, ya que cualquiera de los 4 CTS podría adoptar la $630+630=1260\text{kVA}$ que completaría el servicio y por otro lado el centro de reparto CTR3 se sitúa en la propia parcela.

Estos centros de transformación se han ubicado en el interior y en dos vértices opuestos de una de las diagonales de las parcelas a las que darán suministro como se muestra en el plano "5.8.4.1 Planta Red de eléctrica de 20 kV y CTs".

Los centros de transformación propios de las parcelas privadas se han calculado si bien se han extraído del Presupuesto para su ejecución diferida. Se consideran como "Red de distribución de ejecución diferida", es decir que su ejecución de obra no se produce inicialmente junto a las obras de urbanización del PAI, con el objeto de que su ubicación no condicione el proyecto de arquitectura de las parcelas privadas y se puedan integrar en la construcción de la edificación de la parcela a la que dan suministro.

La definición técnica de equipos y materiales que componen la instalación de los centros de transformación así como su justificación de cálculo se desarrolla en apartados posteriores de esta memoria.

6.4.2. Suministro a servicios de uso público y elementos varios.

Los servicios de uso público del sector (como alumbrado, fuentes ornamentales y semaforización) y a otros elementos varios (quioscos en jardines, valenbisi, etc...) no asociados a parcelas residencial y terciario se suministran desde los centros de transformación y reparto.

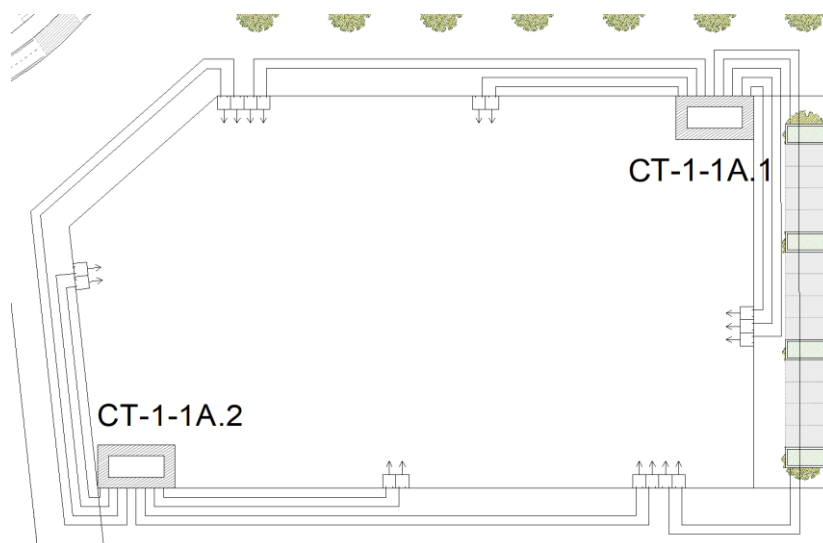
6.5. Red Subterránea de Baja Tensión.

6.5.1. Suministro a parcelas Residencial y Terciario

Para el suministro a las parcelas de residencial a terciario en Baja Tensión desde los centros de transformación se previsto 8 tubos de 160mm^2 en la canalización que rodea la parcela, como previsión para que a partir desde los centros de transformación de ejecución diferida se pueda desarrollar la red de distribución de baja tensión.

La cantidad de tubos prevista se ha obtenido realizando una hipótesis de suministro repartiendo los puntos de consumo en el perímetro de la parcela, repartiendo la demanda prevista por la parcela con los coeficientes de simultaneidad de la ITC-BT-10 y que la potencia prevista por CGP deber ser inferior a 155kW .

Se muestra a continuación un croquis de una posible solución de suministro a partir de las zanjas previstas,



Como se observa con 8 tubos de 160mm para líneas de baja tensión rodeando la parcela son suficientes para abastecer la demanda quedando además tubos de reserva en todo el perímetro.

La instalación de baja tensión no se ha incluido en los planos de proyecto pues se trata de una reserva de presupuesto al igual que los centros de transformación para cuando se edifiquen cada una de las parcelas.

Respecto al presupuesto:

- La obra civil asociada a esta red se incluye en el capítulo de canalizaciones.
- La instalación de baja tensión (líneas y CGPS) se incluyen en el capítulo "Red de distribución de ejecución diferida".

6.5.2. Suministro a servicios de uso público y elementos varios.

Desde los centros de transformación y reparto se desarrolla la red subterránea de baja tensión de compañía que da suministro a los servicios de uso público del sector (como alumbrado, fuentes ornamentales y semaforización) y a otros elementos varios (quioscos en jardines, valenbisi, etc...).

Esta red se representa en el plano:

5.8.4.3 Planta Red de eléctrica de baja tensión.

7. Descripción Técnica de las Instalaciones

7.1. Centros de Transformación y Reparto.

CTR1 PFU-7 (SV+6L+S+2P) + ekorUCT + ATG

CTR2 PFU-7 (SV+5L+S+2P) + ekorUCT + ATG

CTR3 PFU-7 (SV+4L+S+2P) + ekorUCT + ATG

EDIFICIO DE HORMIGÓN MONOBLOQUE TIPO

PFU-7

Descripción

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



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

Envolvente

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

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

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

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

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

Placa piso

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

Accesos

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

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

Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

Acabado

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

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

Calidad

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

Alumbrado

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

Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Cimentación

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

Características Detalladas

Nº de transformadores: 2

Puertas de acceso peatón: 1

Dimensiones exteriores

Longitud: 8080 mm

Fondo: 2380 mm

Altura: 3250 mm

Altura vista: 2790 mm

Peso: 29090 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 7870 mm

Fondo: 2200 mm

Altura: 2450 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 8880 mm

Fondo: 3180 mm

Profundidad: 560 mm

Notas:

- Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

- La imagen mostrada del CT es orientativa. Puede diferir según la solución adoptada.

(*) Uds. CELDA MODULAR CGMcosmos-L de LÍNEA con aislamiento y corte en SF₆, según NI 50.42.03 (TIPO STAR)

(*)

CTR1 PFU-7 (SV+6L+S+2P) + ekorUCT + ATG (*) = 6 Uds

CTR2 PFU-7 (SV+5L+S+2P) + ekorUCT + ATG (*) = 5 Uds

CTR3 PFU-7 (SV+4L+S+2P) + ekorUCT + ATG (*) = 4 Uds

Celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada U_r : 24 kV
- Intensidad asignada: 630 A
- Intensidad de corta duración I_k : 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- clase IAC AF/AFL (opcional): 16 kA 1 s



Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF_6 de 3 posiciones **conectado – seccionado – puesto a tierra** con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, con mando **motorizado 48 Vcc** tipo BM, con endurancia para el interruptor de clase M2, 5000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora contactos de señalización de posición del interruptor – seccionador:

- Interruptor: 2 NA + 2 NC
- Seccionador de PaT: 1 NA + 1 NC

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (*Ormazabal recomienda conectores Euromold*).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Relé ekorRCI según NI 50.42.03. (TIPO STAR)

Sistema de Control integrado con detección de paso de cortocircuitos y faltas a tierra tipo ekorRCI en celda de línea, marca ORMAZABAL, diseñado para instalaciones de telecontrol, con las siguientes características:

- Detección de cortocircuito entre fases desde 5 A a 1200 A.
- Detección de faltas fase-tierra de 0.5 A a 480 A
- Incorpora detección por curvas seleccionables para evitar indicaciones erróneas por corrientes capacitivas.
- Indicación presencia/ausencia trifásica de tensión.
- Función seccionalizador.
- Amperímetro. Medida de intensidades I1, I2, I3 e Io
- Captación de medidas cumpliendo lo especificado en la ET de Supervisión
- Medida de Intensidad con signo con clase mejor del 2% y 5P10 para In=500A
- Medida de tensión (V) con clase del 1,5% para el rango +/-10% de Un, incluyendo sensores y rele
- Medida de potencia activa (P) con un error máximo del 2%
- Medida de potencia reactiva (Q) con un error máximo del 2%
- Captadores de intensidad y tensión instalados y comprobados en fábrica para evitar manipulación incorrecta en campo por terceros.
- Puerto de comunicaciones RS485 preparado para el telemando.
- Señales adicionales para telemando: Estado interruptor (A/C), estado seccionador PaT (A/C), maniobra interruptor, error interruptor...
- Alimentación auxiliar: De 24 Vdc a 125 Vdc.
- Display para tarado/consulta local.

El relé ekorRCI está orientado a las celdas de centros telemandados, alimentándose de la misma fuente que las motorizaciones y la RTU.

Se comunica en red RS485 mediante protocolo PROCOME eliminando el cableado tradicional de mangueras y contactos libres de potencial hacia la remota.

- 1 Kit de 3 toroidales con relación de transformación 1000/1 tipo Ormazabal, integrados en los pasatapas, con los siguientes rangos de medida:

Medida de fases: 5 A – 1200 A

Medida de tierra: 0.5 A – 480 A

Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

1 Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

Dimensiones y Peso

- Ancho:365 mm
- Alto:1740 mm
- Fondo:735 mm
- Peso:100 kg

1 ud. FUNCIÓN MODULAR CGMcosmos-S de INTERRUPTOR PASANTE con aislamiento y corte en SF₆, según NI 50.42.03 (TIPO STAR)

1 Celda de Media Tensión modular de interruptor pasante con las siguientes características particulares:

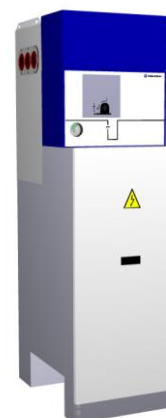
Valores Eléctricos

- Tensión asignada U_r: 24 kV
- Intensidad asignada: **630 A**
- Intensidad de corta duración I_k: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- clase IAC AF/AFL: 16 kA 1 s

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF₆ de 2 posiciones **conectado – seccionado** según norma IEC 62271-102.



Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, con mando **motorizado 48 Vcc** tipo BM, con endurancia para el interruptor de clase M2, 5000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora contactos de señalización de posición del interruptor – seccionador:

- Interruptor: 2 NA + 2 NC

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Relé ekorRCI según **NI 50.42.03. (TIPO STAR)** en armario de telecontrol.

Sistema de Control integrado con detección de paso de cortocircuitos y faltas a tierra tipo ekorRCI en celda de línea, marca ORMAZABAL, diseñado para instalaciones de telecontrol, con las siguientes características:

- Puerto de comunicaciones RS485 preparado para el telemando.
- Señales adicionales para telemando: Estado interruptor (A/C), maniobra interruptor, error interruptor...
- Alimentación auxiliar: De 24 Vdc a 125 Vdc.
- Display para consulta local.

El relé ekorRCI está orientado a las celdas de centros telemandados, alimentándose de la misma fuente que las motorizaciones y la RTU.

Se comunica en red RS485 mediante protocolo PROCOME eliminando el cableado tradicional de mangueras y contactos libres de potencial hacia la remota.

1 Bornas de apoyo y conectorización para bus RS-485 aislado y alimentación VCC.

1 Magnetotermico II para la protección de rele y motor

1 Manguera de interconexión a celda adyacente.

s/n Pequeño material y accesorios.

s/n Mano de obra de calderería y cableado.

Seguridad

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

Dimensiones y Peso

- Ancho:450 mm
- Alto:1740 mm
- Fondo:735 mm
- Peso:115 kg

2 ud. FUNCIÓN MODULAR CGMcosmos-P de PROTECCIÓN TRANSFORMADOR con aislamiento y corte en SF₆, según NI 50.42.03 (TIPO STAR)

- 1 Celda de Media Tensión modular de protección con fusibles para protección de transformadores con potencia igual o inferior a 2000 kVA, en función de la tensión red, con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada U_r: 24 kV
- Intensidad asignada: **630 A**
- Intensidad de corta duración I_k: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Intensidad de corta duración PaT: 1 kA eficaz – 2,5 kA cresta 1 s
- clase IAC AF/AFL : 16 kA 1 s



de

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables y compartimentos portafusible con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF₆ de 3 posiciones **conectado – seccionado – puesto a tierra**, antes y después de los contactos de los fusibles, con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual con retención tipo BR con bobina de disparo a 48 Vcc y mecanismo de disparo combinado interruptor – fusible con intensidad de transferencia de 1600 A, según IEC 62271-105. Endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora un contacto de señalización de posición del interruptor – seccionador:

- Interruptor / Seccionador / Seccionador de PaT: 1 NAC

Compartimentos portafusibles independientes para cada fase aislados en gas situados en posición horizontal para fusibles limitadores de corriente de 24 kV, según IEC 60282-1.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 250 A, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales enchufables (*Ormazabal recomienda conectores Euromold*).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

Dimensiones y Peso

- Ancho:470 mm
- Alto:1740 mm
- Fondo:.....735 mm
- Peso:150 kg

ARMARIO DE TELECONTROL ekorUCT



1 **Armario de telecontrol sobre celdas**, ref: ACC o AUC s/NI 35.69.01, de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montados y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 Unidad Remota de Telemando (RTU tipo ekorCCP) para comunicación con los relés de la familia ekor que incluyen la siguiente funcionalidad:
 - Maniobra e indicación de cada interruptor.
 - Indicación del estado de los seccionadores de tierra.
 - Indicación de paso de falta de fases y tierra.
 - Activación e indicación del seccionalizador automático.
 - Indicación de presencia de tensión en cada fase.

- Medidas de intensidad de cada fase y residual.
- Indicación de disparos del interruptor automático.
- Activación e indicación del reenganchador.
- Activación e indicación del estado protecciones.
- Disparo celda de transformador.
- Anomalía posición.
- Supervisión interruptor

Funcionalidad adicional con captación directa:

- Indicación de disparo magnetotérmicos de alimentación motores, mando y alimentación 230Vca.
- Alarmas de batería baja, fallo cargador y falta Vca.
- Local/Telemando.
- Automatismos en servicio/ Fuera de servicio
- Posibilidad de indicación de presencia de personal.
- Otras alarmas generales del Centro (agua, humos, etc.)

1 Equipo cargador-batería protegido contra cortocircuitos, con las siguientes características técnicas:

- Alimentación. Tensión: 230 Vca $\pm$ 20% monofásica.
- Frecuencia: 50 Hz $\pm$ 5%
- Aislamiento a la entrada de 10kV/1min, resto de grupos 2,5kV/1min.
- Rectificador. Tensión nominal de salida: 48 Vcc $\pm$ 15%.
- Intensidad de salida: 5 A.
- Batería de Pb vida mínima de 5 años.
- Capacidad nominal 18 Ah a 48 V. c.c.

1 Transformador de ultraaislamiento 2 kVA, según NI 35.69.01.

1 Compartimento de comunicaciones con bandeja extraíble y bornas de conexión seccionables de 12 y 48 Vcc. Interconexiones a módem con conectores DB9+DB25 instaladas.

Otros componentes

- 1 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección y mando de la entrada de 220 Vac.
- 1 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control del armario.
- 1 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control de las celdas.

- 1 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de mando.
- 1 Maneta Local / Telemando.
- 1 Piloto luminoso tipo P9, de indicador de presencia de tensión en la entrada de 220 Vca.
- 1 Base de enchufe tipo Schuco, de 2 P + T.
- s/n Interconexiones entre el armario de control y las celdas de media tensión vía RS-485.
- s/n Bornas, accesorios y pequeño material.

TRANSFORMADOR MT / BT

- 1 Transformador de potencia, marca ORMAZABAL, inmerso en aceite mineral, norma NI 72.30.00 y "EcoDiseño TIER 2 EU-548-2014". Con las siguientes características:

- Potencia nominal.....630 kVA
- Tensión primaria20 kV
- Tensión secundaria0.42 kV En Vacío.
- Regulación de tensión+2.5, +5, 7.5, +10%
- Grupo de conexión.....Dyn11
- Frecuencia.....50 Hz
- Tensión de cortocircuito4 %
- Peso estimado.....2.641 kg
- Dimensiones aprox. en mm.....Largo 1440 x Ancho 949 x Altura total 1738
- Pérdidas en Vacío - Po:.....540 W.
- Pérdidas en carga - Pk:.....4.600 W.
- Método refrigeración:.....Aceite mineral (ONAN).
- Ensayos de rutina según IEC 60076-1.

- Accesorios incluidos:
Pasatapas AT Enchufable.

Pasabarras Unipolar BT.

Ruedas.

Dispositivo de vaciado y toma de muestras.

Dispositivo de llenado.



2 Terminales de tierra en la cuba.

Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión).

Placa de características..

2 Cáncamos de elevación.

4 Cáncamos de arriostamiento.

4 Cáncamos de arrastre.

NOTA: La imagen mostrada es orientativa. Puede diferir en función de los accesorios incluidos.

1 Ud. CUADRO DE BAJA TENSIÓN, preparado para Supervisión Avanzada de BT y Telegestión de BT, según NI 50.44.03 Ed.6 may.19, 8 SALIDAS 400 A

El Cuadro de Baja Tensión, es un conjunto de aparata de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:



- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante

citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Incluye conjunto captador línea de BT por cada salida de BT y unidad funcional de supervisión de intensidades de fuga del neutro.

- Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz

Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 10 kV

entre fases: 2,5 kV

- Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

- Características constructivas:

- Anchura: 1000 mm
- Altura: 1500 mm
- Fondo: 300 mm
- Salidas de Baja Tensión: 8 salidas (8 x 400 A)

ARMARIO DE TELEGESTIÓN, INSTALACIÓN INTERIOR, PARA 1 TRANSFORMADOR

Armario Telegestión de BT, marca ORMAZABAL, para instalación interior y 1 transformador, referencia ATG-I-1BT-GPRS según norma Iberdrola, con sistema de comunicaciones 3G/GPRS, concentrador de datos y cableado necesario.

Antena para comunicaciones referencia ANTENA-GPRS-OMNI según norma Iberdrola.

Interconexión entre CBT y Armario de Telegestión.



Integración del CT en la WEB STAR de Iberdrola:

- Replanteo Web Star: Toma de datos iniciales.
- Medición de cobertura e informe de Viabilidad de las comunicaciones.
- Configuración del equipo.
- Pruebas previas a la puesta en servicio.

Todo ello realizado según MT de Iberdrola.

Nota: - La imagen mostrada es orientativa. Puede diferir según la solución adoptada.

7.2. Centro de Transformación de Compañía.

EDIFICIO DE HORMIGÓN MONOBLOQUE TIPO PFU-5/20



Descripción

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

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

Envolvente

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al

centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

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

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

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

Placa piso

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

Accesos

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

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

Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

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

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

- Calidad

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

Alumbrado

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

Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Cimentación

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

Características Detalladas

Nº de transformadores: 2

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1

Dimensiones exteriores

Longitud: 6080 mm

Fondo: 2380 mm

Altura: 3045 mm

Altura vista: 2585 mm

Peso: 17460 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 5900 mm

Fondo: 2200 mm

Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 6880 mm

Fondo: 3180 mm

Profundidad: 560 mm

Notas:

- Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.
- La imagen mostrada del CT es orientativa. Puede diferir según la solución adoptada.

Código 2L2P-SF6-24-TELE STAR s/ NI 50.42.11 mayo-19

Celda compacta CGMCOSMOS-2L2PT STAR

El sistema CGMcosmos-2L2P es un equipo compacto para MT; está constituida por cuatro funciones: dos de línea o interruptor en carga y dos de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

- 1 Módulo de corte y aislamiento íntegro en SF6, ensayado de acuerdo a la normativa UNE-EN 60298 y RU 6407B, preparado para una eventual inmersión, de dimensiones máximas 1.670 mm de ancho por 1.740 mm de alto por 735 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los siguientes aparatos y materiales:
- 2 Interruptor rotativo trifásico de corte en SF6 de 3 posiciones CONEXIÓN –SECCIONAMIENTO – PUESTA A TIERRA, Vn= 24 kV, In= 400 A, Ith= 16 kA, capacidad de cierre sobre cortocircuito 40 kA cresta, mando motorizado tipo BM con contactos auxiliares de interruptor (2NA+2NAC) y seccionador de puesta a tierra (1NA+1NC), marca ORMAZABAL.
- 2 Interruptor rotativo trifásico de corte en SF6, con posiciones CONEXIÓN – SECCIONAMIENTO - PUESTA A TIERRA, Vn= 24 kV, In= 400 A, Ith= 16 kA, capacidad de cierre sobre cortocircuito 40 kA cresta, mando manual con retención tipo BR, con bobina de disparo a 48Vcc y sistema de disparo por fusión de fusible, contactos auxiliares de interruptor (2NA+2NC) y seccionador de puesta a tierra (1NA+1NC), marca ORMAZABAL.
- 6 Portafusibles para cartuchos fusibles de 24 kV según IEC 420. Fusibles no incluidos.
- 2 Seccionador de puesta a tierra, Vn= 24 kV, que efectúa la puesta a tierra sobre los contactos inferiores de los fusibles, mando manual, marca ORMAZABAL.



12 Divisores capacitivos de presencia de tensión de 24 kV.

S/N Embarrado aislado en SF6 preparado para conducir 400 A asignados y capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos correspondientes a una intensidad térmica de cortocircuito de 16 kA durante 1 segundos.

S/N Pletina de cobre de 30x3 mm para puesta a tierra de la instalación.

S/N Accesorios y pequeño material.

1 Sistema de Control integrado con detección de paso de cortocircuitos y faltas a tierra tipo ekorRCI en celda de línea, marca ORMAZABAL, diseñado para instalaciones de telecontrol, con las siguientes características:

- Detección de cortocircuito entre fases desde 5 A a 1200 A.
- Detección de faltas fase-tierra de 0.5 A a 480 A
- Incorpora detección por curvas seleccionables para evitar indicaciones erróneas por corrientes capacitivas.
- Indicación presencia/ausencia trifásica de tensión.
- Función seccionalizador.
- Amperímetro. Medida de intensidades I1, I2, I3 e Io
- Captación de medidas cumpliendo lo especificado en la ET de Supervisión
- Medida de Intensidad con signo con clase mejor del 2% y 5P10 para In=500A
- Medida de tensión (V) con clase del 1,5% para el rango +/-10% de Un, incluyendo sensores y rele
- Medida de potencia activa (P) con un error máximo del 2%
- Medida de potencia reactiva (Q) con un error máximo del 2%
- Captadores de intensidad y tensión instalados y comprobados en fábrica para evitar manipulación incorrecta en campo por terceros.
- Puerto de comunicaciones RS485 preparado para el telemando.
- Señales adicionales para telemando: Estado interruptor (A/C), estado seccionador PaT (A/C), maniobra interruptor, error interruptor...
- Alimentación auxiliar: De 24 Vdc a 125 Vdc.
- Display para tarado/consulta local.

El relé ekorRCI está orientado a las celdas de centros telemandados, alimentándose de la misma fuente que las motorizaciones y la RTU.

Se comunica en red RS485 mediante protocolo PROCOME eliminando el cableado tradicional de mangueras y contactos libres de potencial hacia la remota.

1 Kit de 3 toroidales con relación de transformación 1000/1 tipo Ormazabal, integrados en los pasatapas, con los siguientes rangos de medida:

Medida de fases: 5 A – 1200 A

Medida de tierra: 0.5 A – 480 A

- s/n Pequeño material y accesorios.
- s/n Mano de obra de calderería y cableado.

Armario sobre-celda para telemando compacto CGMCOSMOS-2L2P.

- 1 Armario de control de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montados y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 Unidad Remota de Telemando (RTU tipo ekorCCP) para comunicación con los relés de la familia ekor que incluyen la siguiente funcionalidad:

- Maniobra e indicación de cada interruptor.
- Indicación del estado de los seccionadores de tierra.
- Indicación de paso de falta de fases y tierra.
- Activación e indicación del seccionalizador automático.
- Indicación de presencia de tensión en cada fase.
- Medidas de intensidad de cada fase y residual.
- Indicación de disparos del interruptor automático.
- Activación e indicación del reenganchador.
- Activación e indicación del estado protecciones.
- Disparo celda de transformador.
- Anomalía posición.
- Supervisión interruptor

Funcionalidad adicional con captación directa:

- Indicación de disparo magnetotérmicos de alimentación motores, mando y alimentación 230Vca.
- Alarmas de batería baja, fallo cargador y falta Vca.
- Local/Telemando.
- Automatismos en servicio/ Fuera de servicio
- Posibilidad de indicación de presencia de personal.
- Otras alarmas generales del Centro (agua, humos, etc.)

- 1 Equipo cargador-batería protegido contra cortocircuitos, con las siguientes características técnicas:

- Alimentación. Tensión: 230 Vca $\pm$ 20% monofásica.
- Frecuencia: 50 Hz $\pm$ 5%
- Aislamiento a la entrada de 10kV/1min, resto de grupos 2,5kV/1min.
- Rectificador. Tensión nominal de salida: 48 Vcc $\pm$ 15%.
- Intensidad de salida: 5 A.

- Batería de Pb vida mínima de 5 años.
- Capacidad nominal 18 Ah a 48 V. c.c.

- 1 Transformador de ultraaislamiento 2 kVA, según NI 35.69.01.
- 1 Compartimento de comunicaciones con bandeja extraíble y bornas de conexión seccionables de 12 y 48 Vcc. Interconexiones a módem con conectores DB9+DB25 instaladas.

Otros componentes

- 2 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección y mando de la entrada de 220 Vac.
- 2 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control del armario.
- 2 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control de las celdas.
- 2 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de mando.
- 1 Maneta Local / Telemando.
- 1 Piloto luminoso tipo P9, de indicador de presencia de tensión en la entrada de 220 Vca.
- 1 Base de enchufe tipo Schuco, de 2 P + T.
- s/n Interconexiones entre el armario de control y las celdas de media tensión vía RS-485.
- s/n Bornas, accesorios y pequeño material.

TRANSFORMADORES MT / BT

- 1 Transformador de potencia, marca ORMAZABAL, inmerso en aceite mineral, norma NI 72.30.00 y "EcoDiseño TIER 2 EU-548-2014". Con las siguientes características:

- Potencia nominal.....630 kVA
- Tensión primaria20 kV
- Tensión secundaria0.42 kV En Vacío.
- Regulación de tensión+2.5, +5, 7.5, +10%
- Grupo de conexión.....Dyn11
- Frecuencia.....50 Hz
- Tensión de cortocircuito4 %
- Peso estimado.....2.641 kg
- Dimensiones aprox. en mm.....Largo 1440 x Ancho 949 x Altura total 1738
- Pérdidas en Vacío - Po:.....540 W.
- Pérdidas en carga - Pk:.....4.600 W.



- Método refrigeración:.....Aceite mineral (ONAN).
- Ensayos de rutina según IEC 60076-1.
- Accesorios incluidos:
 - Pasatapas AT Enchufable.
 - Pasabarras Unipolar BT.
 - Ruedas.
 - Dispositivo de vaciado y toma de muestras.
 - Dispositivo de llenado.
 - 2 Terminales de tierra en la cuba.
 - Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión).
 - Placa de características..
 - 2 Cáncamos de elevación.
 - 4 Cáncamos de arriostramiento.
 - 4 Cáncamos de arrastre.

NOTA: La imagen mostrada es orientativa. Puede diferir en función de los accesorios incluidos.

1 Transformador de potencia, marca ORMAZABAL, inmerso en aceite mineral, norma NI 72.30.00 y “EcoDiseño TIER 2 EU-548-2014”. Con las siguientes características:

- Potencia nominal.....400 kVA
- Tensión primaria20 kV
- Tensión secundaria0.42 kV En Vacío.
- Regulación de tensión+2.5, +5, 7.5, +10%
- Grupo de conexión.....Dyn11
- Frecuencia.....50 Hz
- Tensión de cortocircuito4 %
- Peso estimado.....2.034 kg
- Dimensiones aprox. en mm..... Largo 1360 x Ancho 908 x Altura total 1645
- Pérdidas en Vacío - Po:..... 387 W.
- Pérdidas en carga - Pk:..... 3250 W.
- Método refrigeración:.....Aceite mineral (ONAN).
- Ensayos de rutina según IEC 60076-1.
- Accesorios incluidos:
 - Pasatapas AT Enchufable.
 - Pasabarras Unipolar BT.
 - Ruedas.



Dispositivo de vaciado y toma de muestras.

Dispositivo de llenado.

2 Terminales de tierra en la cuba.

Conmutador de regulación (maniobrible sin tensión).

Placa de características..

2 Cáncamos de elevación.

4 Cáncamos de arriostramiento.

4 Cáncamos de arrastre.

NOTA: La imagen mostrada es orientativa. Puede diferir en función de los accesorios incluidos.

**2 Ud. CUADRO DE BAJA TENSIÓN, preparado para
Supervisión Avanzada de BT y Telegestión de BT,
según NI 50.44.03 Ed.6 may.19, 8 SALIDAS 400 A**

El Cuadro de Baja Tensión, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.



Incluye conjunto captador línea de BT por cada salida de BT y unidad funcional de supervisión de intensidades de fuga del neutro.

- Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento
Frecuencia industrial (1 min)
- a tierra y entre fases: 10 kV
- entre fases: 2,5 kV
- Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

- Características constructivas:

- Anchura: 1000 mm
- Altura: 1500 mm
- Fondo: 300 mm
- Salidas de Baja Tensión: 8 salidas (8 x 400 A)

ARMARIO DE TELEGESTIÓN, INSTALACIÓN INTERIOR, PARA 2 TRANSFORMADORES

Armario Telegestión de BT, marca ORMAZABAL, para instalación interior y 2 transformadores, referencia ATG-I-2BT-GPRS según norma Iberdrola, con sistema de comunicaciones 3G/GPRS, concentradores de datos y cableado necesario.

Antena para comunicaciones referencia ANTENA-GPRS-OMNI según norma Iberdrola.

Interconexión entre los 2 CBT y Armario de Telegestión.

Integración del CT en la WEB STAR de Iberdrola:

- Replanteo Web Star: Toma de datos iniciales.
- Medición de cobertura e informe de Viabilidad de las comunicaciones.
- Configuración del equipo.
- Pruebas previas a la puesta en servicio.



Todo ello realizado según MT de Iberdrola.

Nota:

- La imagen mostrada es orientativa. Puede diferir según la solución adoptada.

7.3. Líneas subterráneas a 20kV.

Todos los materiales empleados serán conforme a la ITC-LAT-02 del RD 223/2008 de líneas eléctricas de alta tensión.

7.3.1. Conductores

Se utilizarán cables de aislamiento dieléctrico seco, de las características esenciales siguientes:

Conductor:	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
Pantalla sobre el conductor:	Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
Aislamiento:	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
Pantalla sobre el aislamiento:	Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contra espira de cobre.
Cubierta:	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
Tipo seleccionados:	HEPRZ1 12/20 KV, 3(1x400) mm ² Al, HEPRZ1 12/20 KV, 3(1x240) mm ² Al,

Los cables enterrados en zanja bajo tubo de corta longitud (<15 m) si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar coeficientes de corrección.

7.3.2. Zanjas y sistemas de enterramiento

Canalización entubada

Estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico. Las características de estos tubos serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.03.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en los documentos aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 1,2 m. en acera, tierra o calzada al tratarse de líneas a 20kV para cumplir con la "Ordenanza Municipal Reguladora de Zanjas y Catas en la Vía Pública" del Ayuntamiento de Valencia.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de tubos), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta, serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 29.00.01.

Todas las canalizaciones deben estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. La instalación de telecomunicaciones se colocará con multitubo de características similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el documento de referencia informativo, MT 2.33.14 "Guía de instalación de los cables óptico subterráneos", mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones".

La capa de relleno podrá ser de tierras procedente de la excavación, tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, o áridos reciclados y debiendo estar exenta de piedras o cascotes.

Se colocarán tubos de 200 mm Ø para líneas de 400mm² y tubos de 160 mm Ø para líneas de 400mm² y, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

En toda la longitud de la zanja se colocará a una profundidad a una distancia mínima del suelo de 0.10 m y 0.30 medidos desde la cota inferior del firme de acera o calzada una cinta de señalización de polietileno según la normativa NI 29.00.01. La cinta llevará una impresión indeleble, por una cara, de los dibujos,

anagrama e indicaciones que se representan en la siguiente figura. Las indicaciones serán proporcionales al ancho de la cinta



Las características que deberá cumplir la cinta de señalización son las siguientes:

- Color: Amarillo-naranja vivo
- Anchura: $15 \pm 0,5$ cm
- Espesor: $0,1 \pm 0,01$ mm
- Lado triángulo: $10,5 \pm 0,3$ cm

7.3.3. Medidas de señalización de seguridad.

. Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, vallas, luces,...). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen, debiendo habilitarse pasos adecuados para peatones en caso de que fuese necesario.

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, botas, 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 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.

Las medidas de Señalización y Seguridad a tener en cuenta durante el desarrollo de la obra serán las que

aparecen en el Estudio Básico de Seguridad que se anexa al proyecto.

7.3.4. Protecciones eléctricas

7.3.4.1. Puesta a tierra

En cumplimiento de la ITC-LAT 06, las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos de sus cajas terminales

7.3.4.2. Protecciones contra sobreintensidades

Las salidas de línea estarán protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

7.3.4.3. Protecciones contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la presente instrucción. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente

7.3.4.4. Protecciones contra sobretensiones

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

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 e ITC-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

7.4. Líneas subterráneas de baja tensión.

7.4.1.1. Canalizaciones entubadas

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por tubos de polietileno de alta densidad y libre de halógenos, de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y hormigonados.

El diámetro exterior de los tubos no será inferior a 160 mm. y debe permitir la sustitución del cable o circuito averiado.

En cada uno de los tubos no se instalará más de un circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde estos se produzcan se dispondrán arquetas registrables o cerradas para facilitar la manipulación.

Las canalizaciones tubulares deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Tipo de material	PE (Polietileno).
Tipo de construcción	Doble pared (Interior lisa, exterior corrugada) rígido.
Diámetro interior	120 mm mínimo
Diámetro exterior	160 mm
Resistencia a la compresión, > de	450 N
Resistencia al impacto	Normal
Color	Rojo
Marcas en tubo	Indicando nombre o marca del fabricante designación, fecha de fabricación, uso normal y Norma UNE EN 61386

7.4.1.2. Empalmes y conexiones

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los conductores, adecuándose a la norma UNE correspondiente o, en su defecto, a las instrucciones del fabricante, no debiendo empeorar ninguna de las cualidades mecánicas y eléctricas del cable.

7.4.1.3. Protección contra sobretensiones

Los conductores estarán protegidos contra sobreintensidades y cortacircuitos, mediante fusibles dispuestos a tal fin, en el cuadro de B.T., situado en el Centro de Transformación origen de la línea principal.

En virtud de la In de los fusibles, de las características de su curva de fusión y suponiendo secciones homogéneas para el conductor, se determinará la longitud máxima de la línea protegida por dicho fusible.

En caso de existir cambio de secciones en la línea principal o en las derivaciones, se deberá calcular previamente la longitud equivalente como si se tratara de sección homogénea.

7.4.1.4. Cruzamientos proximidades y paralelismos

Se produce un cruzamiento a la salida del CT de la línea 01 con las líneas de baja y media tensión entrantes al centro de transformación.

Se tendrán en cuenta las separaciones mínimas reglamentarias, indicadas en la instrucción ITC-BT-07. En particular para líneas subterráneas, en cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, gas y líneas de telecomunicación ésta será de 20cm, y con otros conductores de energía BT en este caso, se colocan en tubos PVC grado 7 de protección mecánica, aislados de D160 mm.

Se produce el paralelismo entre las líneas de alta tensión y las líneas de baja tensión, durante un tramo de 10 m. Los cables van en el interior de los tubos aislados. Las líneas de alta tensión se colocarán en los tubos inferiores y los de baja tensión a partir de la segunda fila.

Se adjunta sección donde se aprecia la colocación de cada línea.

7.4.1.5. Intensidades admisibles

Los valores de la intensidad máxima admisible para conductores unipolares de aluminio en instalación enterrada, con aislamiento de polietileno reticulado, serán los indicados en la ITC.BT.-07.

El factor de corrección de la intensidad máxima admisible será de 0,80, cuando el cable esté entubado.

Dado que el origen de la instalación es Centro de Transformación el valor máximo admisible considerado de c.d.t. es del 5%.

7.4.1.6. Puesta a tierra del neutro

El neutro se conectará a tierra en las cajas de distribución para urbanizaciones indicadas.

La puesta a tierra del neutro se realizará mediante picas cilíndricas para puesta a tierra, de 2 metros de acero-cobre, conectadas con cable aislado DN-RA Cu 1x50, y terminal a la pletina del neutro. Las picas podrán colocarse hincadas en el interior de la zanja de los cables de baja tensión.

Una vez conectados los puntos de puesta a tierra, el valor de la resistencia de puesta a tierra general de la línea deberá ser inferior a 37Ω .

El conductor neutro de la red se conectará a tierra en el Centro de Transformación, en la forma prevista en 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 337/2014, de 9 de mayo). Fuera del Centro de Transformación se pondrá el conductor neutro a tierra en las hornacinas con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

7.4.1.7. Cajas generales de protección (hornacinas)

Las cajas generales de protección y su instalación cumplirán con la norma NI 76.50.01. El material de la envolvente será aislante, como mínimo, de la Clase A, según UNE 21 305.

Las cajas generales de protección (CGP) serán de tipo CGP-10-250/BUC.

Las hornacinas a realizar serán según las indicaciones de la NT IEEV de la Generalitat Valenciana así como lo especificado en la MT 2.80.12 edición 5ª de mayo de 2019.

La parte inferior de las puertas de las hornacinas deberán quedar instaladas a una distancia mínima de 0,30 m de la rasante de la acera, según lo indicado en la ITC BT 013 apartado 1.1.

7.4.1.8. Zanjas y sistemas de enterramiento

Canalización entubada

Estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico. Las características de estos tubos serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.03.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en los documentos aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,7 m en acera, tierra al tratarse de líneas de baja tensión para cumplir con la "Ordenanza Municipal Reguladora de Zanjas y Catas en la Vía Pública" del Ayuntamiento de Valencia, y no menor de 0,8m bajo calzada para cumplir con la norma i-DE MT 2.51.43.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de tubos), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta, serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 29.00.01.

Todas las canalizaciones deben estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. La instalación de telecomunicaciones se colocará con multitubo de características similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el documento de referencia informativo, MT 2.33.14 "Guía de instalación de los cables óptico subterráneos", mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en el documento, de referencia informativa, NI

52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones".

La capa de relleno podrá ser de tierras procedente de la excavación, tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, o áridos reciclados y debiendo estar exenta de piedras o cascotes.

Se colocarán tubos de 160 mm Ø y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

En toda la longitud de la zanja se colocará a una profundidad a una distancia mínima del suelo de 0.10 m y 0.30 medidos desde la cota inferior del firme de acera o calzada una cinta de señalización de polietileno según la normativa NI 29.00.01. La cinta llevará una impresión indeleble, por una cara, de los dibujos, anagrama e indicaciones que se representan en la siguiente figura. Las indicaciones serán proporcionales al ancho de la cinta



Las características que deberá cumplir la cinta de señalización son las siguientes:

- Color: Amarillo-naranja vivo
- Anchura: 15±0,5 cm
- Espesor: 0,1±0,01 mm
- Lado triángulo: 10,5±0,3 cm

7.4.1.9. Medidas de señalización de seguridad.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, vallas, luces,...). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos

lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen, debiendo habilitarse pasos adecuados para peatones en caso de que fuese necesario.

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, botas, 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 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.

Las medidas de Señalización y Seguridad a tener en cuenta durante el desarrollo de la obra serán las que aparecen en el Estudio Básico de Seguridad que se anexa al proyecto.

7.4.1.10. Información sobre servicios

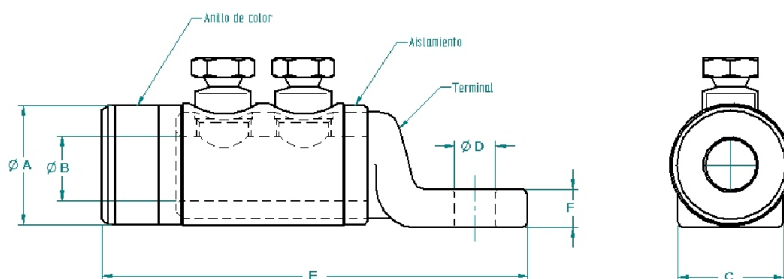
Se ha solicitado a los posibles propietarios de servicios (gas, agua etc.), la situación de sus instalaciones enterradas, con una antelación de al menos de treinta días antes de iniciar sus trabajos. En aquellas zonas donde existan empresas dedicadas a la recogida de datos información y coordinación de servicios, serán estas las encargadas de aportar estos datos.

Se deberá comunicar el inicio de las obras a las empresas afectadas con una antelación mínima de 24 h, con objeto de poder comprobar sobre el terreno las posibles incidencias. Se realizará conjuntamente el replanteo, para evitar posibles accidentes y desperfectos.

7.4.1.11. Empalmes, conexiones (accesorios)

Las líneas de baja tensión son nuevas y van directas desde el cuadro de baja tensión situado en el CT hasta la CGP situada en la hornacina, no se realizan empalmes de los cables.

Las terminaciones por apriete mecánico mediante tornillería cabeza fusible según indica la NI 56.88.01 edición 9ª de mayo de 2019 cuya designación es CTPT-150/240 (Terminal aislado de apriete mecánico).



8. Cálculos Eléctricos

8.1. CÁLCULOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

8.1.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

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

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

donde:

P: Potencia del transformador [kVA]

U_p : Tensión primaria [kV]

I_p : Intensidad primaria [A]

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

Para los transformadores de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA, por lo que la intensidad primaria es de:

$$I_p = 18,187 \text{ A}$$

8.1.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

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

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

donde:

P: Potencia del transformador [kVA]

U_s : Tensión en el secundario [kV]

I_s : Intensidad en el secundario [A]

Para ambos transformadores, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor de:

$$I_s = 866,03 \text{ A.}$$

8.1.3. CORTOCIRCUITOS

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

8.1.3.1. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

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

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

donde:

S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p : Tensión de servicio [kV]

I_{ccp} : Corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

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

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

donde:

P: Potencia de transformador [kVA]

E_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s : Tensión en el secundario [V]

I_{ccs} : Corriente de cortocircuito [kA]

8.1.3.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Punto	Tema	Dato
1	Clase de Centro de Transformación	Clase 3ª
2	Categoría o Clase de línea	3ª categoría
3	Frecuencia para la red	50 Hz
4	Tensión nominal normalizada	20 kV
5	Tensiones nominales de utilización (de servicio)	11, 13'2, 15, 20 y 30 kV
6	Tensión más elevada para el material	24 y 36 kV
7	Niveles de aislamiento nominales $U_n \leq 20$ kV	125 kVcr y 50 kVef, 1min
8	Niveles de aislamiento nominales $U_n = 30$ kV	170 kVcr y 70 kVef, 1min
9	Intensidad de cortocircuito trifásico durante 1 s,	12,5 kA, para tensiones hasta 24 kV *

* Las intensidades de 12,5kA son valores máximos en la red.

8.1.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para el transformador tenemos una potencia de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 21,65 \text{ kA}$$

8.1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL o similar han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

8.1.5. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

8.1.6. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 12,5 \text{ kA.}$$

8.1.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales 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.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles será de 63 A.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

La intensidad nominal de los fusibles del cuadro de baja tensión de ambos transformadores será de 250 A

8.1.8. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Para ambos transformadores, la intensidad nominal demandada en el lado de media tensión es igual a 11,52 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

8.1.9. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el centro de transformación se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

donde:

W_{cu} : Pérdidas en el cobre del transformador [kW]

W_{fe} : Pérdidas en el hierro del transformador [kW]

K: Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]

h: Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]

DT: aumento de temperatura del aire [°C]

Sr: superficie mínima de las rejillas de entrada [m²]

Para el caso particular de este centro de transformación, el resultado obtenido es, aplicando la expresión arriba indicada.

Siendo:

- S la superficie en m^2 tanto de la rejilla de entrada como el de la salida.
- P la suma de pérdidas asignadas totales en Kw de los transformadores (Reglamento UE num 548/2014 de la Comisión para TIER 2).

$$P=6300 \text{ KVA} \quad P_{k \text{ a } 75^\circ}=4600 \text{ vatios} \quad P_0 = 540 \text{ vatios.}$$

1.1. Requisitos para transformadores de potencia trifásicos medianos de potencia asignada no superior a 3 150 kVA

Cuadro I.1: Pérdidas máximas debidas a la carga y en vacío (en W) para transformadores de potencia trifásicos medianos sumergidos con una bobina de $U_m \leq 24kV$ y otra de $U_m \leq 1,1kV$

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_0 (W) (*)	Pérdidas máximas debidas a la carga P_k (W) (*)	Pérdidas máximas en vacío P_0 (W) (*)
≤ 25	C_k (900)	A_0 (70)	A_k (600)	$A_0 - 10 \%$ (63)
50	C_k (1 100)	A_0 (90)	A_k (750)	$A_0 - 10 \%$ (81)
100	C_k (1 750)	A_0 (145)	A_k (1 250)	$A_0 - 10 \%$ (130)
160	C_k (2 350)	A_0 (210)	A_k (1 750)	$A_0 - 10 \%$ (189)
250	C_k (3 250)	A_0 (300)	A_k (2 350)	$A_0 - 10 \%$ (270)
315	C_k (3 900)	A_0 (360)	A_k (2 800)	$A_0 - 10 \%$ (324)
400	C_k (4 600)	A_0 (430)	A_k (3 250)	$A_0 - 10 \%$ (387)
500	C_k (5 500)	A_0 (510)	A_k (3 900)	$A_0 - 10 \%$ (459)
630	C_k (6 500)	A_0 (600)	A_k (4 600)	$A_0 - 10 \%$ (540)

- Cr coeficiente de forma de la rejilla de ventilación (Si construimos según la rejilla normalizada por Iberdrola vale 0,4).
- Δt es el salto térmico permitido en $^\circ C$ (Tomamos $10^\circ C$).
- H es la altura entre ejes de las rejillas en metros ($H=1,45 \text{ m}$).

Aplicando la fórmula obtenemos:

$$S = \frac{P}{0,24 * C_r * \sqrt{\Delta t^3 * H}} = \frac{2 * (4,6 + 0,54)}{0,24 * 0,4 * \sqrt{10^3 * 1,5}} = 2,76 \text{ m}^2$$

Por lo que se cumple con la superficie de rejillas para los centros de transformación tanto de reparto como los de parcela ya que se tienen 3,81m² de rejilla

8.1.10. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de dos foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad cada uno para la absorción del fluido y para prevenir el vertido de este hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego, con placa apaga fuegos.

8.1.11. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

8.1.11.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 200 Ohm·m.

8.1.11.2. 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:

- v) 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.
- w) 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.

8.1.11.3.DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA CENTROS DE REPARTO TIPO (CTR)

La configuración de tierras se realiza según la MT 2.11.33 Edición 03 de mayo 2019 "Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para CT de tensión nominal ≤ 30 KV en sus anexos finales.

Para el cálculo de las intensidades de las corrientes de defecto a tierra y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra en la subestación (ST), la configuración y características de la red durante el período subtransitorio, la resistencia de puesta a tierra del electrodo considerado, R_T , y la resistencia de puesta a tierra de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión y de sus puestas a tierra, R_{pant} :

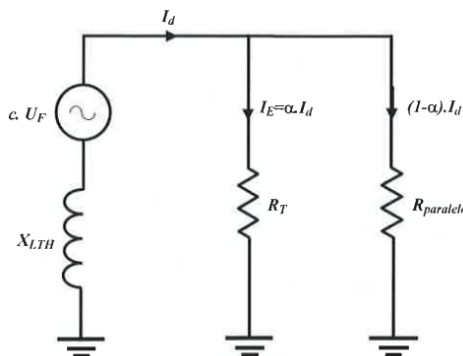
$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T}$$

Siendo:

- r_E : la relación entre la corriente que circula por el electrodo y la corriente de defecto a tierra.
- R_T : Resistencia de puesta a tierra de protección del CT.
- $R_{paralelo}$: es el paralelo del resto de resistencias de puestas a tierra interconectadas mediante pantallas de los cables subterráneos.
- R_{TOT} : el paralelo de las resistencias del CT y del resto de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

$$R_{TOT} = \frac{R_T * R_{paralelo}}{R_T + R_{paralelo}}$$

En la figura siguiente (equivalente de Thevenin) se muestra el reparto de la corriente de defecto I_d en el caso de producirse un defecto en el lado de alta tensión de un centro de transformación, que está conectado por las pantallas con la puesta a tierra de otros centros de transformación:



- I_d la intensidad de la corriente de defecto a tierra, en el caso de considerar conexiones de pantalla, no es igual a la I_E . El valor de la intensidad de puesta a tierra I_E , es decir, la intensidad que circula por el electrodo es:

$$I_E = r_E * I_d$$

$$I_d = \frac{c * U_n}{r_E * \sqrt{3} * \sqrt{R_T^2 + \left[\frac{X_{LTH}}{r_E}\right]^2}}$$

- La característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de Iberdrola con tensiones nominales ≤ 30 kV, cumple con las relaciones indicadas: amperios y t, el tiempo de actuación de las protecciones en segundos, siendo:

Característica de actuación de las protecciones	U_n (kV)
$I_d * t_{cc} = 400$	≤ 20 kV

Teniendo en cuenta que el neutro del transformador de la subestación está puesto a tierra a través de reactancia y que se conoce el valor de la intensidad máxima del defecto a tierra en la subestación (500 A) se puede determinar el valor de la reactancia equivalente de Thévenin en la subestación mediante la expresión:

$$X_{LTH} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} * I_{max.d}} = \frac{1,1 * 20.000}{\sqrt{3} * 500} = 25,40 \Omega$$

Datos de nuestra red:

- Centro de transformación prefabricado de superficie (CTS)
- Tensión nominal de la línea: $U_n = 20$ kV.
- Intensidad máxima de falta a tierra: $I_{1F} = 500$ A
- Resistividad del terreno: $\rho = 200 \Omega.m$
- Características de actuación de las protecciones: $I'_{1F} . t = 400$
- Consideramos 3 centros conectados a través de sus pantallas $N=3$.

Se incluye plano con la longitud total del flagelo y nº de picas a utilizar en cada una de las tierras (protección y servicio) y la distancia de separación para evitar la aparición de transferencias entre ambas, para el caso de que el diseño se haya realizado con tierras separadas.

a. Cálculo puesta a tierra centros de transformación de reparto tipo

47/76

MT 2.11.33 (19-05)

Anexo 1

Designación del electrodo	ρ max (Ω.m)											K_r $\left(\frac{\Omega}{\Omega.m}\right)$	$K_{p.t-t}$ $\left(\frac{V}{(\Omega.m).A}\right)$	$K_{p.a-t}$ $\left(\frac{V}{(\Omega.m).A}\right)$	
	pantallas conectadas a un apoyo			pantallas conectadas a un CT											
	20 kV con I _{TF} =2228 A	20 kV con I _{TF} =1000 A	<20 kV o 20 kV con I _{TF} =500 A	20 kV con I _{TF} =2228 A			20 kV con I _{TF} =1000 A			20 kV con I _{TF} =500 A					<20 kV
				N=2	N=4	N=8	N=1	N=2	N=4	N=1	N=2				
CPT-CT-A-(4x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06822	0,01409	0,03320
CPT-CT-A-(4x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06650	0,01368	0,03227
CPT-CT-A-(4x8)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06488	0,01329	0,03140
CPT-CT-A-(4x8.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06336	0,01293	0,03058
CPT-CT-A-(4x9)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06192	0,01260	0,02980
CPT-CT-A-(4.5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07399	0,01537	0,03634
CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07182	0,01482	0,03516
CPT-CT-A-(4.5x6)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06981	0,01433	0,03407
CPT-CT-A-(4.5x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06795	0,01388	0,03305
CPT-CT-A-(4.5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06620	0,01346	0,03211
CPT-CT-A-(4.5x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06457	0,01307	0,03122
CPT-CT-A-(4.5x8)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06303	0,01271	0,03040
CPT-CT-A-(4.5x8.5)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06158	0,01238	0,02962
CPT-CT-A-(4.5x9)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06021	0,01206	0,02888
CPT-CT-A-(5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07175	0,01466	0,03512
CPT-CT-A-(5x5.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06969	0,01414	0,03400
CPT-CT-A-(5x6)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06779	0,01368	0,03297
CPT-CT-A-(5x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06601	0,01325	0,03201
CPT-CT-A-(5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06435	0,01286	0,03111
CPT-CT-A-(5x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06279	0,01250	0,03027
CPT-CT-A-(5x8)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06133	0,01216	0,02948
CPT-CT-A-(5x8.5)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,05994	0,01185	0,02874
CPT-CT-A-(5x9)+8P2	100	400	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,05863	0,01155	0,02804

1.-Consideración con calzado

- Electrodo utilizado: **CPT-CT-A-(4.5x9) + 8P2** Configuración de puesta a tierra-Genérico-Flagelo a una profundidad de enterramiento de 0,5 m con 8 picas de 2 m de longitud.
 - $K_r = 0,06021 \Omega/\Omega.m$
 - $K'_r = 0,088 \Omega/\Omega.m$
 - $K_{p-t} = 0,01206 V/A.(ohm.xm)$
 - $K_{p-a-t} = 0,0288 V/A.(ohm.xm)$

- Resistencia de tierra del CT

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,06021 \cdot 200 = 12,04 \Omega$$

- r_E

$$R_{pantallas} = \rho \cdot K'_r / N_{pantalla} = 200 \cdot 0,088 / 3 = 5,87 \Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{paralelo}}{R_T + R_{paralelo}} = \frac{12,04 \cdot 5,87}{12,04 + 5,87} = 3,946 \text{ ohm}$$

- $r_E = R_{TOT}/R_T = 3,946 / 12,04 = 0,33$
- Reactancia equivalente de la subestación
Según le corresponde $X_{LHT} = 25,4 \Omega$

- Cálculo de la intensidad de corriente de defecto a tierra

Utilizando el circuito equivalente aproximado para el cálculo de la corriente de defecto, donde se considera únicamente el carácter resistivo de las pantallas de los cables, en este caso, la corriente de puesta a tierra es igual a la corriente de defecto multiplicada por el factor de reparto, α , ya que el factor de reducción es $r=1$.

En este caso la intensidad del defecto no es igual a la intensidad de puesta a tierra I_E . La expresión para obtener el valor de la intensidad de defecto a tierra, I_d en módulo es:

$$I_d = \frac{c * Un}{r_E * \sqrt{3} * \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 * 20.000}{0,33 * \sqrt{3} * \sqrt{12,04^2 + \left[\frac{25,4}{0,33}\right]^2}} = 494,06 A$$

b. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto interior y exterior de los centros de transformación de reparto tipo

- Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro de transformación estarán aisladas y no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras, susceptibles de quedar sometidas a tensión, debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro 5 mm, formando una retícula de 0,15x0,15 m. Este mallazo se conectará como mínimo a dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.
- No deberá partes metálicas puestas a tierra dentro del centro de transformación, que se puedan tocar teniendo los pies en el exterior del centro.

c. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso para los centros de transformación de reparto tipo

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación
a) Con los dos pies en el terreno

$$K_{p-t} = 0.01206 \frac{V}{A / \Omega.m}$$

$$U_{p1 \text{ (paso máxima)}} = K_p * \rho * I_E = K_{p-t} * \rho * r_E * I'_{Fp} = 0.01206 * 200 * 0,33 * 494,06 = 393,25 V$$

b) Con un pie en la acera y el otro en el terreno

$$K_{pa-t} = 0.02888 \frac{V}{A/\Omega.m}$$

$$U_{p2 \text{ (paso máxima)}} = K'_p * \rho * I_E = K_{pa-t} * \rho * r_E * I'_{Fp} = 0.02888 * 200 * 0.33 * 494,06 = 941,72 \text{ V}$$

- Cálculo de la tensión máxima aplicada a la persona

c) Con los dos pies en el terreno

$$U'_{pat} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2Ra1 + 6\rho s}{Z_b}} = \frac{393,25}{1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 200}{1000}} = 63,43 \text{ V}$$

d) Con un pie en la acera y otro en el terreno

$$U'_{pat} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2Ra1 + 3\rho s + 3\rho * s}{Z_b}} = \frac{941,72}{1 + \frac{2 * 2000 + 3 * 200 + 3 * 3000}{1000}} = 64,5 \text{ V}$$

- Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones)

$$t = 400 / I'_{1F} = 400 / 494,06 = 0,81 \text{ seg.}$$

- Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT

Según la figura siguiente, para un tiempo de 0,81 tenemos un valor de $U_{ca} = 146 \text{ V}$.

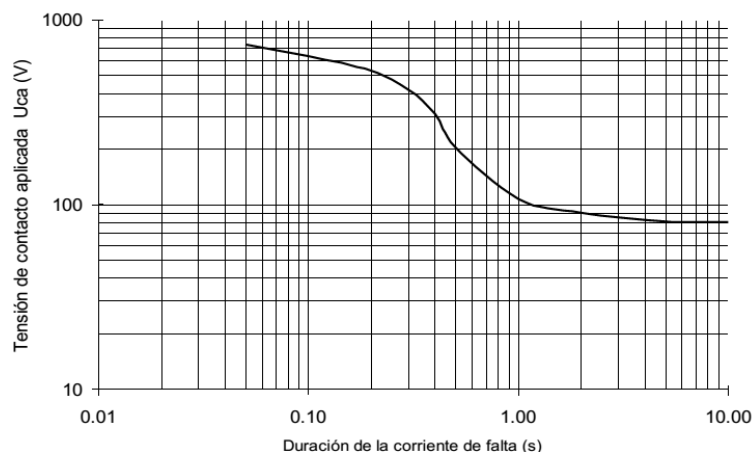


Figura 3. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta.

Como $U_{pa} = 10 U_{ca}$, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a 1.460 V para el tiempo especificado de 0,81 seg:

$$U_{pa} = 10 * 146,00 = 1.460 \text{ V}$$

- Verificación del cumplimiento con la tensión de paso.

Como la tensión máxima aplicada a la persona son: 64,5 V

Y la tensión máxima admisible es de: 1.460 V

64,5 V < 1460 V y 63,43 V < 1460 V CUMPLEN y el electrodo CPT-CT-A-(4,5x9)+8P2 cumple con el requisito reglamentario, además el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_T = 12,04$ ohmios, valor inferior al exigido de 100 ohmios.

2.-Consideración sin calzado

- Electrodo utilizado: CPT-CT-A-(4,5x9)+8P
- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona
 - e) Con los dos pies en el terreno

$$U'_{pat} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{6\rho_s}{Z_b}} = \frac{393,25}{1 + \frac{6 * 200}{1000}} = 178,75 \text{ V}$$

f) Con un pie en la acera y el otro en el terreno

$$U'_{pat} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{3\rho s + 3\rho * s}{Z_b}} = \frac{941,72}{1 + \frac{3 * 200 + 3 * 3000}{1000}} = 88,84 \text{ V}$$

178,75 V < 1460 V y 88,84 V < 1460 V CUMPLEN y el electrodo CPT-CT-A-(4,5x9) + 8P2 cumple con el requisito reglamentario, además el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_T = 12.04$ ohmios, valor inferior al exigido de 100 ohmios.

d. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso en el acceso para los centros de transformación de reparto tipo

Al ser el piso del centro de transformación de hormigón, con mallazo equipotencial, unido al sistema de puesta a tierra de protección, y el piso de la zona exterior de dicho centro, también de hormigón, al acceder una persona al Centro de Transformación, aparecerá una tensión de paso entre sus pies, al estar un pie al potencial del electrodo, y en el caso más desfavorable el otro pie a potencial cero.

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación

$$U_{pmaxacc} = I_E * R_T = I'_{1Fp} * r_E * R_T = 494,06 * 0,33 * 12,04 = 1.963 \text{ V}$$

- Determinación de la tensión máxima de acceso aplicada a la persona

$$U'_{pa} = \frac{U_{pmaxacc}}{1 + \frac{6\rho * s}{Z_b}} = \frac{1.963}{1 + \frac{6 * 3000}{1000}} = 103,32 \text{ V}$$

- Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT.

Según la figura anterior, para un tiempo de 0,81 seg tenemos un valor de $U_{ca} = 146 \text{ V}$.

Como $U_{pa} = 10 U_{ca}$, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a 1.460V para el tiempo especificado de 0,81 seg:

$$U_{pa} = 10 * 146,00 = 1.460 \text{ V}$$

- Verificación del cumplimiento con la tensión de paso en el acceso.

Como, $U'_{pa} = 103,32 \text{ V} < 1.460,00 \text{ V}$

El electrodo considerado CPT-CT-A-(4,5x9)+8P2, cumple con el requisito reglamentario

Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_T=12,04$ ohmios, valor inferior al exigido, de 100 ohmios.

e. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión que aparece en la instalación para los centros de transformación de reparto tipo

$$V = I'_{1FP} * R_{TOT} = 494,06 * 3,946 = 1.949,56 \text{ V}$$

Como, $V = 1.949,56 \text{ V} < 10.000 \text{ V}$ el electrodo considerado, CPT-CT-A-(4,5x9) + 8P2, cumple el requisito establecido por i-DE.

8.1.11.4.DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN TIPO (CT)

La configuración de tierras se realiza según la MT 2.11.33 Edición 03 de mayo 2019 “Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para CT de tensión nominal ≤ 30 KV en sus anexos finales.

Para el cálculo de las intensidades de las corrientes de defecto a tierra y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra en la subestación (ST), la configuración y características de la red durante el período subtransitorio, la resistencia de puesta a tierra del electrodo considerado, R_T , y la resistencia de puesta a tierra de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión y de sus puestas a tierra, R_{pant} .

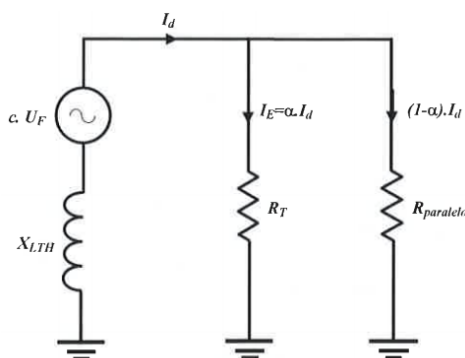
$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T}$$

Siendo:

- r_E : la relación entre la corriente que circula por el electrodo y la corriente de defecto a tierra.
- R_T : Resistencia de puesta a tierra de protección del CT.
- $R_{paralelo}$: es el paralelo del resto de resistencias de puestas a tierra interconectadas mediante pantallas de los cables subterráneos.
- R_{TOT} : el paralelo de las resistencias del CT y del resto de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

$$R_{TOT} = \frac{R_T * R_{paralelo}}{R_T + R_{paralelo}}$$

En la figura siguiente (equivalente de Thevénin) se muestra el reparto de la corriente de defecto I_d en el caso de producirse un defecto en el lado de alta tensión de un centro de transformación, que está conectado por las pantallas con la puesta a tierra de otros centros de transformación:



- I_d la intensidad de la corriente de defecto a tierra, en el caso de considerar conexiones de pantalla, no es igual a la I_E . El valor de la intensidad de puesta a tierra I_E , es decir, la intensidad que circula por el electrodo es:

$$I_E = r_E * I_d$$

$$I_d = \frac{c * U_n}{rE * \sqrt{3} * \sqrt{R_T^2 + \left[\frac{X_{LTH}}{rE}\right]^2}}$$

- La característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de Iberdrola con tensiones nominales ≤ 30 kV, cumple con las relaciones indicadas: amperios y t, el tiempo de actuación de las protecciones en segundos, siendo:

Característica de actuación de las protecciones	U_n (kV)
$I_d * t_{cc} = 400$	≤ 20 kV

Teniendo en cuenta que el neutro del transformador de la subestación está puesto a tierra a través de reactancia y que se conoce el valor de la intensidad máxima del defecto a tierra en la subestación (500 A) se puede determinar el valor de la reactancia equivalente de Thévenin en la subestación mediante la expresión:

$$X_{LTH} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} * I_{max.d}} = \frac{1,1 * 20.000}{\sqrt{3} * 500} = 25,40 \Omega$$

Datos de nuestra red:

- Centro de transformación prefabricado de superficie (CTS)
- Tensión nominal de la línea: $U_n = 20$ kV.
- Intensidad máxima de falta a tierra: $I_{1F} = 500$ A
- Resistividad del terreno: $\rho = 200 \Omega.m$
- Características de actuación de las protecciones: $I'_{1F} . t = 400$
- Consideramos 3 centros conectados a través de sus pantallas $N=3$.

Se incluye plano con la longitud total del flagelo y nº de picas a utilizar en cada una de las tierras (protección y servicio) y la distancia de separación para evitar la aparición de transferencias entre ambas, para el caso de que el diseño se haya realizado con tierras separadas.

a. Cálculo puesta a tierra centros de transformación tipo

47/76

MT 2.11.33 (19-05)

Anexo 1

Designación del electrodo	ρ max (Ω.m)											Kr $\left(\frac{\Omega}{\Omega.m}\right)$	Kp.t-t $\left(\frac{V}{(\Omega.m).A}\right)$	Kp.a-t $\left(\frac{V}{(\Omega.m).A}\right)$	
	pantallas conectadas a un apoyo			pantallas conectadas a un CT											
	20 kV con I'fP=2228 A	20 kV con I'fP=1000 A	<20 kV o 20 kV con I'fP=500 A	20 kV con I'fP=2228 A			20 kV con I'fP=1000 A			20 kV con I'fP=500 A					<20 kV
				N=2	N=4	N=8	N=1	N=2	N=4	N=1	N=2				
CPT-CT-A-(4x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06822	0,01409	0,03320
CPT-CT-A-(4x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06650	0,01368	0,03227
CPT-CT-A-(4x8)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06488	0,01329	0,03140
CPT-CT-A-(4x8.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06336	0,01293	0,03058
CPT-CT-A-(4x9)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06192	0,01260	0,02980
CPT-CT-A-(4.5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07399	0,01537	0,03634
CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07182	0,01482	0,03516
CPT-CT-A-(4.5x6)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06981	0,01433	0,03407
CPT-CT-A-(4.5x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06795	0,01388	0,03305
CPT-CT-A-(4.5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06620	0,01346	0,03211
CPT-CT-A-(4.5x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06457	0,01307	0,03122
CPT-CT-A-(4.5x8)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06303	0,01271	0,03040
CPT-CT-A-(4.5x8.5)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06158	0,01238	0,02962
CPT-CT-A-(4.5x9)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06021	0,01206	0,02888
CPT-CT-A-(5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07175	0,01466	0,03512
CPT-CT-A-(5x5.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06969	0,01414	0,03400
CPT-CT-A-(5x6)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06779	0,01368	0,03297
CPT-CT-A-(5x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06601	0,01325	0,03201
CPT-CT-A-(5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06435	0,01286	0,03111
CPT-CT-A-(5x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06279	0,01250	0,03027
CPT-CT-A-(5x8)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06133	0,01216	0,02948
CPT-CT-A-(5x8.5)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,05994	0,01185	0,02874
CPT-CT-A-(5x9)+8P2	100	400	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,05863	0,01155	0,02804

1.-Consideración con calzado

- Electrodo utilizado: CPT-CT-A-(4.5x8) + 8P2 Configuración de puesta a tierra-Genérico-Flagelo a una profundidad de enterramiento de 0,5 m con 8 picas de 2 m de longitud.

- $K_r = 0.06303 \Omega/\Omega.m$
- $K_r = 0,088 \Omega/\Omega.m$
- $K_{p.t-t} = 0,01271 V/A.(ohmxm)$
- $K_{p.a-t} = 0,03040 V/A.(ohmxm)$

- Resistencia de tierra del CT

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,06303 \cdot 200 = 12.61 \Omega$$

- r_E

$$R_{pantallas} = \rho \cdot K_r' / N_{pantalla} = 200 \cdot 0,088 / 3 = 5,87 \Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{paralelo}}{R_T + R_{paralelo}} = \frac{12,61 \cdot 5,87}{12,61 + 5,87} = 4,01 \text{ ohm}$$

- $r_E = R_{TOT}/R_T = 4,01 / 12,61 = 0,318$
- Reactancia equivalente de la subestación
Según le corresponde $X_{LHT} = 25,4 \Omega$

- Cálculo de la intensidad de corriente de defecto a tierra

Utilizando el circuito equivalente aproximado para el cálculo de la corriente de defecto, donde se considera únicamente el carácter resistivo de las pantallas de los cables, en este caso, la corriente de puesta a tierra es igual a la corriente de defecto multiplicada por el factor de reparto, α , ya que el factor de reducción es $r=1$.

En este caso la intensidad del defecto no es igual a la intensidad de puesta a tierra I_E . La expresión para obtener el valor de la intensidad de defecto a tierra, I_d en módulo es:

$$I_d = \frac{c * Un}{r_E * \sqrt{3} * \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 * 20.000}{0,318 * \sqrt{3} * \sqrt{12,61^2 + \left[\frac{25,4}{0,318}\right]^2}} = 493,95 A$$

b. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto interior y exterior de los centros de transformación tipo

- Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro de transformación estarán aisladas y no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras, susceptibles de quedar sometidas a tensión, debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro 5 mm, formando una retícula de 0,15x0,15 m. Este mallazo se conectará como mínimo a dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.
- No deberá partes metálicas puestas a tierra dentro del centro de transformación, que se puedan tocar teniendo los pies en el exterior del centro.

c. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso para los centros de transformación tipo

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación
a) Con los dos pies en el terreno

$$K_{p-t} = 0,01271 \frac{V}{A / \Omega.m}$$

$$U_{p1 \text{ (paso máxima)}} = K_p * \rho * I_E = K_{p-t} * \rho * r_E * I_{Fp} = 0,01271 * 200 * 0,318 * 493,95 = 399,3V$$

b) Con un pie en la acera y el otro en el terreno

$$K_{pa-t} = 0.03040 \frac{V}{A/\Omega.m}$$

$$U_{p2 \text{ (paso máxima)}} = K'_p * \rho * I_E = K_{pa-t} * \rho * r_E * I'_{Fp} = 0.03040 * 200 * 0.318 * 493,95 = 955,02 \text{ V}$$

- Cálculo de la tensión máxima aplicada a la persona

c) Con los dos pies en el terreno

$$U'_{pat} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2Ra1 + 6\rho s}{Z_b}} = \frac{399,3}{1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 200}{1000}} = 64,4 \text{ V}$$

d) Con un pie en la acera y otro en el terreno

$$U'_{pat} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2Ra1 + 3\rho s + 3\rho * s}{Z_b}} = \frac{955,02}{1 + \frac{2 * 2000 + 3 * 200 + 3 * 3000}{1000}} = 65,41 \text{ V}$$

- Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones)

$$t = 400 / I'_{1F} = 400 / 493,95 = 0,81 \text{ seg.}$$

- Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT

Según la figura siguiente, para un tiempo de 0,81 tenemos un valor de $U_{ca} = 146 \text{ V}$.

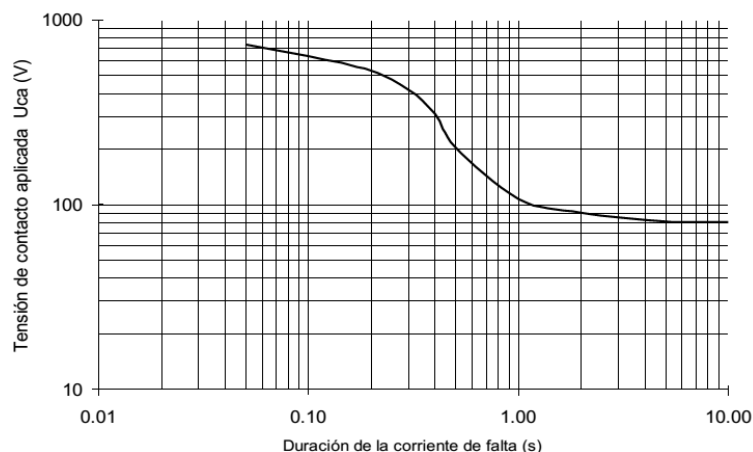


Figura 3. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta.

Como $U_{pa} = 10 U_{ca}$, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a 1.460 V para el tiempo especificado de 0,81 seg:

$$U_{pa} = 10 * 146,00 = 1.460 \text{ V}$$

- Verificación del cumplimiento con la tensión de paso.

Como la tensión máxima aplicada a la persona son: 65,41 V

Y la tensión máxima admisible es de: 1.460 V

65,41 V < 1460 V y 64,4 V < 1460 V CUMPLEN y el electrodo CPT-CT-A-(4,5x8) + 8P2 cumple con el requisito reglamentario, además el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_T = 12,61$ ohmios, valor inferior al exigido de 100 ohmios.

2.-Consideración sin calzado

- Electrodo utilizado: CPT-CT-A-(4,5x8) + 8P
- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona
 - e) Con los dos pies en el terreno

$$U'_{pat} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{6\rho_s}{Z_b}} = \frac{399,3}{1 + \frac{6 * 200}{1000}} = 181,5 \text{ V}$$

f) Con un pie en la acera y el otro en el terreno

$$U'_{pat} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{3\rho_s + 3\rho * s}{Z_b}} = \frac{955,02}{1 + \frac{3 * 200 + 3 * 3000}{1000}} = 90,1 \text{ V}$$

181,5 V < 1460 V y 90,1 V < 1460 V CUMPLEN y el electrodo CPT-CT-A-(4,5x9) + 8P2 cumple con el requisito reglamentario, además el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_T = 12.04$ ohmios, valor inferior al exigido de 100 ohmios.

d. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso en el acceso para los centros de transformación tipo

Al ser el piso del centro de transformación de hormigón, con mallazo equipotencial, unido al sistema de puesta a tierra de protección, y el piso de la zona exterior de dicho centro, también de hormigón, al acceder una persona al Centro de Transformación, aparecerá una tensión de paso entre sus pies, al estar un pie al potencial del electrodo, y en el caso más desfavorable el otro pie a potencial cero.

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación

$$U_{pmaxacc} = I_E * R_T = I'_{1Fp} * r_E * R_T = 493,95 * 0,318 * 12,61 = 1.980,73 \text{ V}$$

- Determinación de la tensión máxima de acceso aplicada a la persona

$$U'_{pa} = \frac{U_{pmaxacc}}{1 + \frac{6\rho * s}{Z_b}} = \frac{1.980,73}{1 + \frac{6 * 3000}{1000}} = 104,25 \text{ V}$$

- Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT.

Según la figura anterior, para un tiempo de 0,81 seg tenemos un valor de $U_{ca} = 146 \text{ V}$.

Como $U_{pa} = 10 U_{ca}$, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a 1.460V para el tiempo especificado de 0,81 seg:

$$U_{pa} = 10 * 146,00 = 1.460 \text{ V}$$

- Verificación del cumplimiento con la tensión de paso en el acceso.

Como, $U'_{pa} = 104,25 \text{ V} < 1.460,00 \text{ V}$

El electrodo considerado CPT-CT-A-(4,5x8) + 8P2, cumple con el requisito reglamentario

Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_T=12,61$ ohmios, valor inferior al exigido, de 100 ohmios.

e. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión que aparece en la instalación para los centros de transformación tipo

$$V = I'_{1FP} * R_{TOT} = 493,95 * 4,01 = 1.980,74 \text{ V}$$

Como, $V = 1.980,74 \text{ V} < 10.000 \text{ V}$ el electrodo considerado, CPT-CT-A-(4,5x8) + 8P2, cumple el requisito establecido por i-DE.

8.1.11.5. Investigación de las tensiones transferibles al exterior. -Nivel de aislamiento del CBT

SEPARACIÓN DE LA TIERRA DE LOS NEUTROS DE BAJA TENSIÓN

Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en los cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro (protección) que se denomina puesta a tierra de los neutros de baja tensión.

AISLAMIENTO ENTRE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Cuando, de acuerdo con lo dicho en el párrafo anterior, se conecten los elementos anteriores a una tierra separada de la general del centro, se cumplirán las siguientes prescripciones:

- a) Las instalaciones de p.a.t. deben aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.
- b) La línea de p.a.t. que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de puesta a tierra han de quedar aislados dentro de la zona de influencia de la tierra general. Dicha instalación se realizará estableciendo los aislamientos necesarios.
- c) Las instalaciones de baja tensión de los centros de transformación poseerán, con respecto a tierra, un aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el apartado a).
 - En el caso de que el aislamiento propio del equipo de baja tensión alcance este valor, todos los elementos conductores del mismo que deban ponerse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., se conectarán a la tierra general del centro, uniéndose a la puesta a tierra separada solamente los neutros de baja tensión.
 - Cuando el equipo de baja tensión no presente el aislamiento indicado anteriormente, los elementos conductores del mismo que deban conectarse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., deberán montarse sobre aisladores de un nivel de aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el párrafo a). En este caso, dichos elementos conductores se conectarán a la puesta a tierra de neutro, teniendo entonces especial cuidado con las tensiones de contacto que puedan aparecer.
- d) Las líneas de salida de baja tensión deberán aislarse dentro de la zona de influencia de la tierra general del centro teniendo en cuenta las tensiones señaladas en el párrafo a).
 - Cuando las líneas de salida sean en cable aislado con envoltentes conductoras deberán tenerse en cuenta la posible transferencia al exterior de tensiones a través de dichas envoltentes.

Según se establece en la ITC-RAT 14, para los cuadros de baja tensión de distribución pública, el aislamiento, a la frecuencia industrial de 50 Hz entre partes activas y tierra, debe soportar como mínimo 10 kV de valor eficaz a frecuencia industrial de corta duración y 20 kV de valor de cresta a impulsos tipo rayo.

Por otra parte, con objeto de evitar tensiones transferidas peligrosas a las instalaciones interiores o receptoras de baja tensión alimentadas por las líneas de BT que salen del CT, el electrodo de puesta a tierra del neutro de baja tensión del transformador se colocará a una cierta distancia de la instalación de puesta a tierra general del CT (protección). Cuanto mayor sea esta distancia menor será la tensión transferida en el caso de defecto a tierra en la instalación de alta tensión del CT.

Según la ITC-BT-19 del REBT, la rigidez dieléctrica que una instalación de BT debe soportar durante 1 minuto es igual a $2 \cdot U + 1000 \text{ V}$ a 50 Hz, siendo:

- U tensión nominal de línea de la instalación y con un mínimo de 1500 V.

Considerando un cierto margen de seguridad que tenga en cuenta el deterioro de los aislamientos con el paso del tiempo, se ha de limitar la tensión transferida a un máximo de 1.000 V.

Para aislar las dos instalaciones de puesta a tierra el cable que conecta el neutro del transformador con su electrodo de puesta a tierra debe tener un aislamiento de 0,6/1 kV, de modo que sea capaz de soportar durante un tiempo de defecto la tensión $U_E = R_T \cdot I_d$.

En caso de no cumplirse la condición anterior, la separación D , entre el electrodo de la puesta a tierra general y el del neutro, que garantiza que no se induzcan tensiones, en el electrodo de puesta a tierra del neutro, mayores de 1000 V cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de alta tensión y circule por la puesta a tierra general, la intensidad I_E , viene dada por la relación siguiente:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot U_D \cdot \pi} = \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot 1000 \cdot \pi}$$

Mediante esta separación se limita la tensión inducida en la puesta a tierra del neutro, U_D , a 1000 V con objeto de no transferir a través de la línea de baja tensión, que incluye el conductor neutro, una tensión superior al nivel de aislamiento que pueden soportar las instalaciones y receptores de baja tensión.

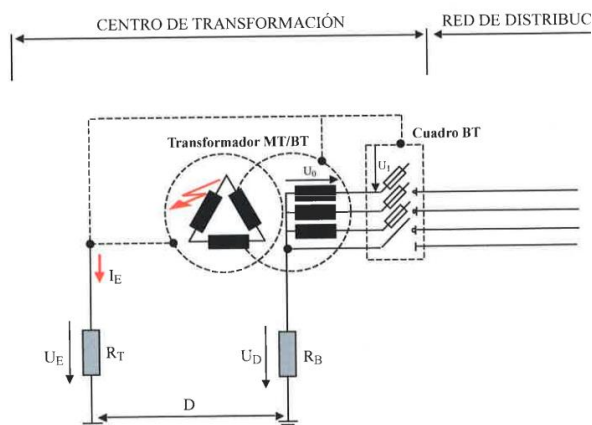
Aplicando valores a la fórmula anterior, tendremos:

$$D = \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot 1000 \cdot \pi} = \frac{200 \cdot 494}{2 \cdot 1000 \cdot \pi} = 15,73 \text{ m.}$$

Colocaremos las tierras de neutro separadas a una distancia $D > 15,73 \text{ m.}$

NIVEL DE AISLAMIENTO DEL CBT

Teniendo en cuenta que hay cuadros de baja tensión (CBT) con envolventes metálicas que deben de conectarse a la tierra general, es necesario que el potencial de U_1 , en caso de defecto a tierra en AT, sea menor que el nivel de aislamiento del cuadro de baja tensión, $U_{aisl BT}=10 \text{ Kv}$ ($U_0=230\text{V}$, $U_D=1000\text{V}$).



$$|U_1| = R_t \cdot I_E - U_D + U_0 < U_{aisl BT}$$

Cuando el valor de la intensidad de puesta a tierra sea elevado, tal y como sucede para redes con neutro rígido o tierra impedante, la expresión anterior puede sustituirse por la aproximación siguiente para el caso más desfavorable:

$$U_{aisl BT} > 12,61 \cdot 493,95 - 1000 + 230$$

$$= 6.228,71 - 1000 + 230 = 5.458,71\text{V}$$

El RAT, en su ITC-RAT 14 exige para los cuadros de distribución de BT un nivel de aislamiento de 10 KV durante 1 minuto.

SE CUMPLE

8.1.11.6. Corrección y ajuste (si procede) del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

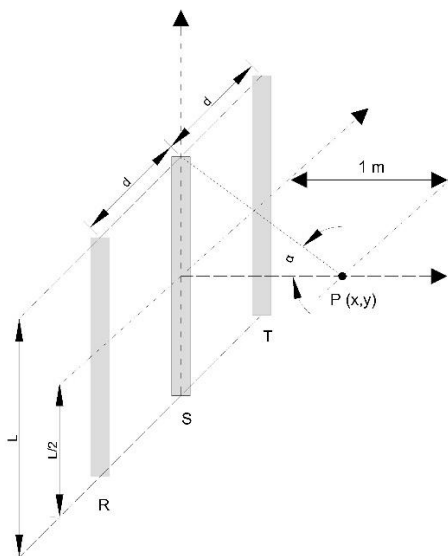
8.1.12. CALCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO CREADO

A) Campo magnético creado por las líneas de alta tensión:

- Intensidad de alta tensión para el transformador de 630 KVA, $I_{alta \ 630 \ KVA}=18,187 \text{ A}$,
- Distancia entre conductores $d=0,30 \text{ m}$
- Longitud de la línea $L=1,00\text{m}$ de conductores en paralelo.

B) Campo magnético creado por las líneas de baja tensión:

- Intensidad de alta tensión para el transformador de 630 KVA, $I_{baja \ 630 \ KVA}=866 \text{ A}$,
- Distancia entre conductores $d=0,166 \text{ m}$
- Longitud de la línea $L=1,20\text{m}$ de conductores en paralelo.



$$B(\text{longitud} - \text{infinita}) \approx \frac{\mu_0}{2 * \pi} \frac{I * \sqrt{3} * d}{1 + d^2} (T)$$

Campo de alta tensión

$$B(\text{longi} - \text{inf}) \approx \frac{4. \pi. 10^{-7}}{2 * \pi} \frac{18,187 * \sqrt{3} * 0,3}{1 + 0,3^2} = 0,0000017T$$

Valor insignificante para la longitud de 1 m.

Campo de baja tensión

$$B(\text{longi} - \text{inf}) \approx \frac{4. \pi. 10^{-7}}{2 * \pi} \frac{866 * \sqrt{3} * 0,166}{1 + 0,166^2} = 0,000049T$$

Y teniendo en cuenta la longitud igual a 1,20 m, saldrá un $\sin \alpha = 0,51$ (muy bajo), luego teniendo en cuenta que para una longitud infinita a 1 m de distancia nos da un valor de:

$$B(L) \approx B(\text{para } L \text{ infinita}) * \sin \alpha = 31 * 0,51 = 15,81 \mu T < 100 \mu T$$

15,81 $\mu T < 100 \mu T$ que indica el Real Decreto 1066/2001, todo dentro del propio transformador, ya que la situación de los conductores de baja tensión distan más de 1 m de las paredes exteriores, en el exterior será menor.

SE CUMPLE

8.1.13. CALCULO ACÚSTICO CT

8.1.13.1. NIVEL DE RUIDO PRODUCIDO

El local del CT se encuentra rodeado de zonas abiertas al exterior no por tanto adoptaremos los valores menos restrictivos.

El transformador del CT es de una potencia de 630 KVA. De acuerdo con la NI 72.30.00 Transformadores trifásicos sumergidos en líquido aislante para distribución en Baja Tensión, edición 10 de noviembre de 2018:

Tabla 4
Nivel de pérdidas y potencia acústica

Potencia asignada kVA	Tensión más elevada material kV	Pérdidas en vacío W	Pérdidas en carga a 75° C W	Nivel de potencia acústica dB (A)
50	≤ 24	90	1100	39
100		145	1750	41
250		300	3250	47
400		430	4600	50
630		600	6500	52
50	36	103	1210	39
100		167	1925	41
250		345	3575	47
400		494	5060	50
630		690	7150	52

Luego el nivel sonoro a considerar para un transformador de 630 KVA es de 52 dB(A).

Cuando dos o más ruidos se producen de forma simultánea el sonido resultante tiene un nivel promedio superior a cualquiera de ellos, pero no es la suma de los niveles individuales de cada uno por ser la escala de medición logarítmica.

Por las características de la actividad a realizar, las fuentes de emisión sonora del local son las siguientes:

- El nivel de emisión de ruido causado por los vehículos automóviles en las operaciones de mantenimiento del CT se pueden estimar en el peor de los casos en 77 dB(A) según la NBE-CA-88.
- El nivel de emisión de ruido causado por cada transformador 52 dB(A).
- Fijamos un nivel de emisión mínimo de 70 dB(A) correspondiente al ruido generado en una conversación en el interior del CT, según NBE-CA-88 Anexo 2 punto 2.2.2.2.

El nivel de presión acústica se calcula mediante el sumatorio de la contribución de la energía sonora en las distintas frecuencias usando la expresión:

$$L = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

siendo:

- L_i = Nivel de ruido en la fuente puntual.
- n = Número de generadores de ruido L .
- L = Composición de los niveles.

Por las características de la actividad a realizar en el local, las fuentes de emisión sonora del local son las siguientes:

El nivel sonoro total será la suma logarítmica de todos los niveles sonoros generados según la expresión:

$$L_p (CT) = 10 \log (10^{\frac{77}{10}} + 10^{\frac{52}{10}} + 10^{\frac{70}{10}} = 77,80 \text{ dB(A)}$$

Luego el ruido generado interiormente es de 77,8 dB(A).

8.1.13.2.SOLUCION CONSTRUCTIVA

La solución constructiva adoptada es la siguiente:

Será construido con materiales no combustibles de clase A2-s1, d0 según la norma UNEEN 13501-1.

Los elementos delimitadores del Centro de Transformación (muros exteriores, cubiertas y solera), presentarán una transmitancia térmica máxima (W/m²K) conforme a la tabla 2.3 (Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica) de la sección HE 1 (Limitación de demanda energética) del DB HE Ahorro de Energía del CTE.

Los elementos constructivos del Centro de Transformación cumplirán lo indicado en el DB HR Protección frente al Ruido del CTE, debiendo ser el aislamiento acústico a ruido aéreo del recinto donde se aloja el Centro de Transformación superior a 55 dBA y el nivel global de presión de ruido de impactos inferior a 60 dB.

8.1.13.3.NIVELES DE TRANSMISIÓN

De acuerdo con el apartado 2.12.1 el nivel de ruido en el interior del CT es de **77,8 dB(A)**.

Según el apartado 2.11.1 tenemos un aislamiento de:

- Paredes del CT de 60,50 dB(A).
- Forjado+techo acústico de 60 dB(A).
-

Según el RD 1367/2007 los valores límite transmitidos a locales colindantes son:

- A dormitorios residencial de 35 dB(A) de día y 25 dB(A) de noche.
- A terciario de 35 dB(A) de día y 35 dB(A) de noche.

Ruido transmitido a zonas de planta baja:

$$R_{\text{terciario}} = \text{Ruido generado en el interior del CT} - \text{aislamiento paredes del CT} =$$

$$77.8 - 60,50 = 17,3 \text{ dB(A)} < 35 \text{ dB(A) del RD.}$$

Por tanto, se concluye que el CT con sus paramentos constructivos cumple.

8.1.13.4.PRUEBAS Y ENSAYOS

Tras la ejecución del local del CT y durante las pruebas de puesta en marcha, se realizarán las mediciones de los niveles acústicos por empresa especializada en los recintos contiguos del CT y en el exterior del edificio para la comprobación de los niveles. Se acompañará el resultado de las pruebas de certificado acústico de la dirección de obra del edificio.

8.2. CÁLCULOS LÍNEAS A 20kV

8.3. ELÉCTRICOS

8.3.1. Potencia a transportar

La potencia a transportar es:

$$S_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_b$$

$$P_{m\acute{a}x} = S_{max} \cdot \cos \varphi$$

donde:

- S potencia máxima a transportar [kVA]
- P potencia máxima a transportar [kW]
- U tensión primaria [kV] = 20kV
- I_b intensidad de transporte [A]
- $\cos \phi$ = Factor de potencia = 0,9

8.3.2. Capacidad de transporte

Intensidad admisible en regimen permanente:

Se realizará el cálculo de acuerdo con el punto 6.1.2.2.5 de ITC-LAT-06:

"6.1.2.2.5 Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares

Tubos de gran longitud: En el caso de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo, se utilizarán los valores de intensidades indicados en la tabla 12, calculados para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K.m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

Si se trata de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terno según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación".

Por tanto la intensidad admisible en régimen permanente para cada tramo según las condiciones de instalación es:

$$I'_z = I_z \cdot F_{C1} \cdot F_{C2} \cdot F_{C3} \cdot F_{C4}$$

Donde:

- $I'_z \rightarrow$ Intensidad máxima admisible corregida del cable [A] según ITC-LAT-06

- $I_z \rightarrow$ Intensidad máxima admisible en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV bajo tubo [A]. Tabla 12 ITC-LAT-06
- F_{c1} = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno. Tabla 7 ITC-LAT-06.
- F_{c2} = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno. Tabla 8 ITC-LAT-06.
- F_{c3} = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos. Se estudiará cada caso individualmente por el proyectista. Tabla 10 de la ITC-LAT-06.
- F_{c4} = Factor de corrección debido a la profundidad de instalación. Tabla 11 ITC-LAT-06

Capacidad máxima de transporte

La capacidad máxima de transporte de la línea es:

$$S_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I'_z$$

$$P_{m\acute{a}x} = S_{max} \cdot \cos \varphi$$

donde:

- $S_{m\acute{a}x}$ potencia máxima a transportar [kVA]
- $P_{m\acute{a}x}$ potencia máxima a transportar [kW]
- U tensión primaria [kV] = 20kV
- $I'_z \rightarrow$ Intensidad máxima admisible corregida del cable [A]
- $\cos \phi$ = Factor de potencia = 0,9

8.3.3. Protecciones eléctricas.

Intensidad máxima admisible

Para proteger el cable frente a sobrecarga se debe cumplir la siguiente condición:

$$I_b \leq I_n \leq I'_z$$

Donde:

- $I_b \rightarrow$ Intensidad de transporte [A]
- $I_n \rightarrow$ Intensidad nominal de la protección [A]
- $I'_z \rightarrow$ Intensidad máxima admisible corregida del cable [A] según ITC-LAT-06

1.

Intensidad de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito máxima admisible del conductor se calcula a partir de la expresión:

$$\frac{1000 \cdot I_{k3 adm}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

$I_{k3 adm} \rightarrow$ Intensidad de cortocircuito máxima admisible del conductor (kA)

$K \rightarrow$ Coeficiente dependiente del conductor y de las temperaturas características del cortocircuito

$s \rightarrow$ Sección del conductor (mm²)

$t_{cc} \rightarrow$ duración del cortocircuito (s) (tiempo máximo de actuación de la protección)

Para proteger el cable frente a cortocircuito se debe cumplir la siguiente condición:

$$I_{k3} \leq I_{k3 adm}$$

Donde:

- $I_{k3} \rightarrow$ intensidad máxima de cortocircuito trifásico
- $I_{k3 adm} \rightarrow$ intensidad de cortocircuito admisible del conductor
- $t_{cc} \rightarrow$ duración del cortocircuito (s)

8.3.4. Caída de tensión.

La caída de tensión en la línea es:

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

donde:

- P= Potencia en kW
- U = Tensión compuesta en kV
- ΔU = Caída de tensión, en V
- I = Intensidad en amperios
- L = Longitud de la línea en km.
- R = Resistencia del conductor en Ω /km a la temperatura de servicio
- X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω /km.
- $\cos \phi$ = Factor de potencia = 0,9

8.3.5. Pérdida de potencia.

La pérdida de potencia en el tramo es:

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

Donde

- ΔP = Pérdida de potencia en W
- I = Intensidad en A
- R = Resistencia del conductor unipolar en Ω

8.3.6. RESULTADOS ANILLOS INTERIORES.

HEPRZ1 12/20kV
3x1x240mm² Al +H16

R = **0,168** Ω/km

X = **0,103** Ω/km

Intensidad máxima admisible bajo tubo según ITC-LAT-06

I_z bajo tubo
= **345** A

Factor de corrección debido a la temperatura del terreno. Tabla 7 ITC-LAT-06

Temperatura del terreno en $^{\circ}\text{C}$ **25,00** Θ_t en $^{\circ}\text{C}$ F_{C1} = **1,00**

Factor de corrección debido a la resistividad del terreno. Tabla 8 ITC-LAT-06

Resistividad térmica del terreno $\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ **1,50** $\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ F_{C2} = **1,00**

Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos. Tabla 10 ITC-LAT-06

Nº de
ternos **4** ternos F_{C3} = **0,70**

Separación entre ternos

d (m) **0,20** d en m

Factor de corrección debido a la profundidad de instalación. Tabla 11 ITC-LAT-06

Profundidad **1,25** h en m F_{C4} = **0,98**

Intensidad máxima admisible corregida I'_z = **236,67** A

Capacidad máxima de transporte kVA $S_{\text{máx}}$ = **8.198,49** kVA

Protección por intensidad máxima admisible

$$I_b \leq I_n \leq I'_z$$

Cortocircuito

$$I_{k3} \leq I_{k3 \text{ adm}}$$

Intensidad eficaz de cortocircuito trifásico de corta duración I_{k3} = **12,50** kA

$$1000 \cdot I_{k3 \text{ adm}} / S = K / \sqrt{t_{cc}}$$

Sección del conductor $s =$ **240,00 AI**
 Coeficiente dependiente del conductor y de las temperaturas características del cortocircuito
 $K =$ **89,00**
 Tiempo de actuación de las protecciones $t_{cc} =$ **1,00 s**
 Intensidad de cortocircuito trifásico máxima admisible $I_{k3 adm} =$ **21,36 kA**

Cortocircuito en la pantalla

$$I_k \leq I_{k adm}$$

Sección de la pantalla
 Material del conductor $s =$ **16,00**
 Intensidad de cortocircuito admisible definida por el fabricante del conductor material **Cu**
 $I_{k adm} =$ **3,13**
 Intensidad de cortocircuito que debe soportar la pantalla según ITC-LAT-06
 Duración cortocircuito que debe soportar la pantalla según ITC-LAT-06 $I_k =$ **1,00**
 $t_{cc} =$ **1,00**

Origen	Destino	Potencia Nudo kVA	Potencia Transporte kVA	L (m)	I _b (A)	< I' _z (A)	Caída de tensión		ΔU acumul. (%)	Pérdida de potencia	
							ΔU tramo (V)	ΔU tramo (%)		ΔP tramo (W)	ΔP tramo (%)
LSMT 1											
Hipotésis 1: LSMT Alimentada desde CTR1											
CTR1	SED-1	992	6.243	99	180,23	236,67	6,06	0,03	0,03	0,15	0,003
SED-1	2.1-A	1.203	5.251	232	151,58	236,67	11,94	0,06	0,09	0,69	0,015
2.1-A	2.1-B	1.185	4.048	144	116,86	236,67	5,72	0,03	0,12	0,21	0,006
2.1-B	2.1-C	1.444	2.863	221	82,66	236,67	6,20	0,03	0,15	0,34	0,013
2.1-C	3.2-A	1.419	1.419	258	40,97	236,67	3,59	0,02	0,17	0,23	0,018
3.2-A	CTR2	0	0	126	0,00	236,67	0,00	0,00	0,17	0,00	-
Hipotésis 2: LSMT Alimentada desde CTR2											
CTR2	3.2-A	1.419	6.243	126	180,23	236,67	7,71	0,04	0,04	0,24	0,004
3.2-A	2.1-C	1.444	4.824	258	139,26	236,67	12,20	0,06	0,10	0,78	0,018
2.1-C	2.1-B	1.185	3.380	221	97,57	236,67	7,32	0,04	0,14	0,40	0,013
2.1-B	2.1-A	1.203	2.195	144	63,37	236,67	3,10	0,02	0,15	0,11	0,006
2.1-A	SED-1	992	992	232	28,65	236,67	2,26	0,01	0,16	0,13	0,015
SED-1	CTR1	0	0	99	0,00	236,67	0,00	0,00	0,16	0,00	-
LSMT 2											
Hipotésis 1: LSMT Alimentada desde CTR1											
CTR1	1.1-B1	693	6.571	160	189,68	236,67	10,31	0,05	0,05	0,41	0,007
1.1-B1	1.1-A	1.466	5.877	217	169,66	236,67	12,50	0,06	0,11	0,68	0,013
1.1-A	1.1-B2	693	4.412	104	127,35	236,67	4,50	0,02	0,14	0,12	0,003
1.1-B2	2.2-A	1.259	3.718	299	107,34	236,67	10,90	0,05	0,19	0,81	0,024
2.2-A	2.2-B	1.209	2.459	142	71,00	236,67	3,42	0,02	0,21	0,12	0,005

2.2-B	2.2-C	1.251	1.251	128	36,10	236,67	1,57	0,01	0,22	0,05	0,004
2.2-C	CTR2	0	0	316	0,00	236,67	0,00	0,00	0,22	0,00	-
Hipótesis 2: LSMT Alimentada desde CTR2											
CTR2	2.2-C	1.251	6.571	316	189,68	236,67	20,36	0,10	0,10	1,60	0,027
2.2-C	2.2-B	1.209	5.320	128	153,58	236,67	6,68	0,03	0,14	0,21	0,004
2.2-B	2.2-A	1.259	4.111	142	118,68	236,67	5,72	0,03	0,16	0,20	0,005
2.2-A	1.1-B2	693	2.853	299	82,35	236,67	8,36	0,04	0,21	0,62	0,024
1.1-B2	1.1-A	1.466	2.159	104	62,33	236,67	2,20	0,01	0,22	0,06	0,003
1.1-A	1.1-B1	693	693	217	20,02	236,67	1,48	0,01	0,22	0,08	0,013
1.1-B1	CTR1	0	0	160	0,00	236,67	0,00	0,00	0,22	0,00	-
LSMT 3											
Hipótesis 1: LSMT Alimentada desde CTR1											
CTR1	CT RIEGO 1	221	7.956	295	229,66	236,67	23,01	0,12	0,12	1,69	0,024
CT RIEGO 1	3.1-A	1.351	7.735	327	223,28	236,67	24,80	0,12	0,24	2,02	0,029
3.1-A	3.1-B	1.257	6.383	152	184,27	236,67	9,51	0,05	0,29	0,36	0,006
3.1-B	3.1-C1	555	5.127	80	148,00	236,67	4,02	0,02	0,31	0,08	0,002
3.1-C1	CT RIEGO 2	162	4.572	153	131,99	236,67	6,86	0,03	0,34	0,26	0,006
CT RIEGO 2	3.1-C2	555	4.410	160	127,31	236,67	6,92	0,03	0,38	0,28	0,007
3.1-C2	PAD	243	3.856	618	111,30	236,67	23,36	0,12	0,49	3,60	0,104
PAD	4.1-A	3.613	3.613	429	104,30	236,67	15,20	0,08	0,57	1,63	0,050
4.1-A	CTR3	0	4.410	109	127,31	236,67	4,71	0,02	0,36	0,13	-
Hipótesis 2: LSMT Alimentada desde CTR3											
CTR3	4.1-A	3.613	7.956	109	229,66	236,67	8,50	0,04	0,04	0,23	0,003
4.1-A	PAD	243	4.343	429	125,36	236,67	18,27	0,09	0,13	1,95	0,050
PAD	3.1-C2	555	4.100	618	118,36	236,67	24,84	0,12	0,26	3,83	0,104

3.1-C2	CT RIEGO 2	162	3.545	160	102,35	236,67	5,56	0,03	0,29	0,22	0,007
CT RIEGO 2	3.1-C1	555	3.383	153	97,67	236,67	5,08	0,03	0,31	0,19	0,006
3.1-C1	3.1-B	1.257	2.829	80	81,66	236,67	2,22	0,01	0,30	0,04	0,002
3.1-B	3.1-A	1.351	1.572	152	45,39	236,67	2,34	0,01	0,32	0,09	0,006
3.1-A	CT RIEGO 1	221	221	327	6,38	236,67	0,71	0,00	0,30	0,06	0,029
CT RIEGO 1	CTR1	0	0	295	0,00	236,67	0,00	0,00	0,32	0,00	-
LSMT 4											
Hipótesis 1: LSMT Alimentada desde CTR1											
CTR1	SED-2	1.359	6.946	652	200,51	236,67	44,40	0,22	0,22	7,22	0,115
SED-2	3.3-A	1.652	5.586	188	161,26	236,67	10,30	0,05	0,27	0,48	0,010
3.3-A	3.3-B	1.422	3.935	229	113,59	236,67	8,83	0,04	0,32	0,50	0,014
3.3-B	SDM-4.1	169	2.513	147	72,54	236,67	3,62	0,02	0,34	0,13	0,006
SDM-4.1	SED-3	425	2.343	72	67,65	236,67	1,65	0,01	0,34	0,03	0,001
SED-3	SDM-4.2	169	1.918	165	55,38	236,67	3,10	0,02	0,36	0,13	0,007
SDM-4.2	3.3-C	1.749	1.749	267	50,49	236,67	4,58	0,02	0,38	0,30	0,019
3.3-C	CTR3	0	0	109	0,00	236,67	0,00	0,00	0,38	0,00	-
Hipótesis 2: LSMT Alimentada desde CTR3											
CTR3	3.3-C	1.749	6.946	109	200,51	236,67	7,42	0,04	0,04	0,20	0,003
3.3-C	SDM-4.2	169	5.197	267	150,02	236,67	13,60	0,07	0,11	0,91	0,019
SDM-4.2	SED-3	425	5.027	165	145,13	236,67	8,13	0,04	0,15	0,33	0,007
SED-3	SDM-4.1	169	4.602	72	132,86	236,67	3,25	0,02	0,16	0,06	0,001
SDM-4.1	3.3-B	1.422	4.433	147	127,97	236,67	6,39	0,03	0,19	0,23	0,006
3.3-B	3.3-A	1.652	3.011	229	86,92	236,67	6,76	0,03	0,20	0,39	0,014
3.3-A	SED-2	1.359	1.359	188	39,24	236,67	2,51	0,01	0,21	0,12	0,010
SED-2	CTR1	0	0	652	0,00	236,67	0,00	0,00	0,20	0,00	-

8.3.7. RESULTADOS ACOMETIDAS.

HEPRZ1 12/20kV
3x1x400mm² Al +H16

R = **0,105** Ω/km

X = **0,097** Ω/km

Intensidad máxima admisible bajo tubo según ITC-LAT-06

I_z bajo tubo = **450** A

Factor de corrección debido a la temperatura del terreno. Tabla 7 ITC-LAT-06

Temperatura del terreno en °C **25,00** Θ_t en °C

F_{c1} = **1,00**

Factor de corrección debido a la resistividad del terreno. Tabla 8 ITC-LAT-06

Resistividad térmica del terreno K·m/W **1,50** K·m/W

F_{c2} = **1,00**

Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos. Tabla 10 ITC-LAT-06

Nº de ternos **2** ternos

F_{c3} = **0,83**

Separación entre ternos

d (m) **0,2** d en m

Factor de corrección debido a la profundidad de instalación. Tabla 11 ITC-LAT-06

Profundidad **1,25** h en m

F_{c4} = **0,98**

Intensidad máxima admisible corregida

I'_z = **366,03** A

Capacidad máxima de transporte kVA

$S_{\max}$ = **12.679,65** kVA

Protección por intensidad máxima admisible

$I_b \leq I_n \leq I'_z$

Cortocircuito

$I_{k3} \leq I_{k3 \text{ adm}}$

Intensidad eficaz de cortocircuito trifásico de corta duración

I_{k3} = **12,50** kA

$1000 \cdot I_{k3 \text{ adm}} / S = K / \sqrt{t_{cc}}$

Sección del conductor

s = **400,00** Al

Coefficiente dependiente del conductor y de las temperaturas características del cortocircuito

K = **89,00**

Tiempo de actuación de las protecciones

t_{cc} = **1,00** s

Intensidad de cortocircuito trifásico máxima admisible

$I_{k3 \text{ adm}}$ = **35,60** kA

Cortocircuito en la pantalla

$I_k \leq I_{k \text{ adm}}$

Sección de la pantalla

Material del conductor

s = **16,00**

Intensidad de cortocircuito admisible definida por el fabricante del conductor

material **Cu**
 $I_{k adm} =$ **3,13**

Intensidad de cortocircuito que debe soportar la pantalla según ITC-LAT-06

$I_k =$ **1,00**

Duración cortocircuito que debe soportar la pantalla según ITC-LAT-06

$t_{cc} =$ **1,00**

Origen	Destino	Potencia Nudo kVA	Potencia Transporte kVA	L (m)	I _b (A)	< I' _z (A)	Caída de tensión		Pérdida de potencia		
							ΔU tramo (V)	ΔU tramo (%)	ΔU acumul. (%)	ΔP tramo (W)	ΔP tramo (%)
EMPALME L2 ST Grao	CTR1	10.690	12.680	10	366,03	366,03	0,87	0,00	0,00	0,00	0,000
EMPALME L34 ST Grao	CTR1	10.690	12.680	10	366,03	366,03	0,87	0,00	0,00	0,00	0,000
EMPALME L2 ST Grao	CTR2	10.690	12.680	10	366,03	366,03	0,87	0,00	0,00	0,00	0,000
EMPALME L34 ST Grao	CTR3	10.690	12.680	260	366,03	366,03	22,55	0,11	0,11	0,82	0,007
CTR2	ST Grao	10.690	12.680	80	366,03	366,03	6,94	0,03	0,03	0,08	0,001
CTR2	CTR3	10.691	12.680	332	366,03	366,03	28,79	0,14	0,14	1,33	0,012

8.4. MECÁNICOS

8.4.1. RESISTENCIA MECÁNICA EN CRUZAMIENTOS Y SITUACIONES ESPECIALES

Toda la línea de media tensión se encuentra instalada baja tubo, por tanto, se trata de una **canalización entubada**.

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.03. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en los posibles cambios de dirección tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de cala de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación. La zanja tendrá una anchura mínima de 0.50 m para la instalación de **4 tubos de 160 mm** de diámetro. La profundidad de la zanja será la indicada en planos, según el tipo de sección.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0.05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará una capa de arena por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento. Para ser rellenado se emplearán zahorras, arena o todo-uno. Finalmente se colocará una capa de tierra vegetal y se repondrá el pavimento de la acera.

Los tubos serán de PVC, grado de protección IK7.

8.4.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS

No se producen cruzamientos de calles, ya que toda la línea a ejecutar transcurre bajo acera.

No se producen cruzamientos con conducciones de energía eléctrica, si bien en caso de que esto fuese necesario, se dejaría una distancia mínima entre ellos de 0.25 m desde las caras exteriores de los ternos o agrupaciones de cables. La distancia del punto de cruce a empalmes en los conductores eléctricos será de al menos 1.0 m.

No se producen cruzamientos con conducciones de cables de telecomunicaciones, si bien en caso de que esto fuese necesario, se dejaría una distancia mínima entre ellos de 0.25 m desde las caras exteriores de los ternos, agrupaciones de cables o tubos protectores de los conductores. La distancia del punto de cruce a empalmes en los conductores tanto de energía como de telecomunicación, será al menos de 1.0 m.

No se producen cruzamientos con canalizaciones de agua o gas, si bien en caso de que se produjesen este tipo de cruzamientos, se dejaría una distancia mínima entre ellos de 0.25 m desde las caras exteriores de los tubos de agua o gas y la cara exterior de los ternos, agrupaciones de cables o tubos protectores de los conductores. En todo caso no se producirán los cruces por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del punto de cruce.

No se producen cruzamientos con conducciones de alcantarillado. En caso de que estos se produjesen, las conducciones pasarían por encima del alcantarillado.

No se producen cruzamientos o acercamientos a zonas en las que se tengan instalados depósitos de carburantes. En caso de que esto se produjera, los cables irán instalados bajo tubo de suficiente resistencia a una distancia mínima de 1.20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada uno de sus extremos.

La línea subterránea de alta tensión ira enterrada en una zanja exclusiva para la misma, de modo que en la vertical de la misma no se encontrará instalado ninguna conducción o canalización adicional. Si hubiera alguna conducción de agua y/o saneamiento, está siempre se encontraría por debajo a la distancia mínima exigida.

Se producen paralelismos de la línea de alta tensión con otros conductores de energía eléctrica, se dejará una distancia mínima entre caras externas de los mismos de al menos 0.25 m o se realiza según indica el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-007, es decir bajo tubos aislados.

No se producen paralelismos con conducciones de agua o gas, si bien en caso de que esto fuese necesario, se dejaría una distancia mínima entre ellos de 0.25 m desde las caras exteriores de los tubos de agua o gas y la cara exterior de los ternos, agrupaciones de cables o tubos protectores de los conductores. Si fuesen canalizaciones de gas a alta presión (más de 4 bar) esta distancia sería de 1.0 m.

8.5. CÁLCULOS LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

8.5.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente se corresponden a lo indicado en la Instrucción ITC BT -007, tabla 4 y coeficientes correctores allí indicados.

Para determinar la sección de los conductores de una red de distribución en BT, así como las protecciones adecuadas, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Caída de Tensión máxima admisible
- Máxima intensidad admisible de los conductores
- Momento eléctrico de la línea
- Intensidades de Cortocircuito

8.5.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN

Para la elección de la sección de un cable deben tenerse en cuenta, en general, cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso.

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad para transportar en determinadas condiciones de instalación
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista
- Intensidades y tiempo de cortocircuito, del conductor

Las características del conductor en régimen permanente según la MT 2.51.43 edición 2, mayo 2019, son:

Resistencia y reactancia

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

Según la ITC-BT-07 y en el Anexo C de la MT 2.51.43 ó la ITC-BT-07 del REBT, indica los factores de corrección a tener en cuenta para determinar la intensidad admisible del cable.

- a) No consideramos coeficiente de reducción por temperatura ambiente distinta de 40°C.
- b) No consideramos coeficiente de reducción por resistividad térmica del terreno.
- c) Factor de corrección por agrupamiento de cables entubados.

Tabla 4C

Factores de corrección por distancia para agrupamiento de cables entubados

Circuitos tubulares soterrados (un circuito trifásico, con neutro por tubo) con tubos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Distancia entre tubos en mm				
	En contacto	200	400	600	800
2	0,87	0,90	0,94	0,96	0,97
3	0,77	0,82	0,87	0,90	0,93
4	0,71	0,77	0,84	0,88	0,91

Consideraremos un factor de reducción de 0,71.

- d) Factor de corrección para profundidad de soterramiento

Tabla 5C

Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 0,7 metros

Profundidad (m)	En tubular
0,50	1,03
0,60	1,01
0,70	1,00
0,80	0,99
1,00	0,97
1,25	0,96
1,50	0,95
1,75	0,94
2,00	0,93
2,50	0,91
3,00	0,90

Consideramos un factor de 0,97.

Luego la Intensidad admisible a considerar para el cálculo es de $I_{\text{cálculo}} = 1 \cdot 1 \cdot 0,71 \cdot 0,97 \cdot 336 = 231,4 \text{ A}$.

8.5.3. CALCULO Y DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

Para el cálculo del conductor y de las secciones de estos que configuran una red subterránea en baja tensión, se tendrán en cuenta los criterios más desfavorables de los que se indican a continuación. En I-DE solamente se utilizarán para la red principal las secciones de 240 mm² en cable de Al.

8.5.4. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La capacidad de cada uno de los conductores de la red no sobrepasara los valores indicados en el apartado 2.2.

8.5.5. CRITERIO DE MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN

La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado, de acuerdo con los valores de las intensidades máximas:

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

Donde:

P es la potencia que alimenta la línea en vatios.

U es la tensión compuesta entre fases (400 V)

Cos ϕ = 0,9

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

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

Siendo:

ΔU : caída de tensión entre fases en voltios.

I: Intensidad en amperios

L: Longitud de la línea en Km.

R: Resistencia del conductor en Ω /km.

X: Reactancia a frecuencia de 50 Hz en Ω /Km

Cos ϕ = 0,9

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico P.L teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por:

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 U^2} (R + X \tan \phi)$$

Siendo:

$\Delta U(\%)$ la caída de tensión entre fases en tanto por cien.

P: Potencia en kw

L: Longitud de la línea en km.

$$(R+X \cdot \tan \phi) = 0,125 + 0,07 \cdot \tan 25,84^\circ = 0,1585$$

Teniendo en cuenta la potencia que alimenta cada línea subterránea de baja tensión, se realizan los cálculos de intensidad necesaria y caída de tensión para cada una de las líneas teniendo en cuenta la potencia a transportar y la longitud que se indica en la tabla de resultados finales:

8.5.6. PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

De acuerdo con la MT 2.51.43, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Cuando se prevé la protección del conductor por fusibles contra sobrecargas y cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la intensidad de cortocircuito admisible de los conductores.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas mediante fusibles gG, la intensidad nominal del mismo para una línea del tipo XZ1 0,6/1kV 3x240+1x150mm² Al, será de 250 A, puesto que según la norma UNE20460.

Así pues, empleando fusibles de cuchilla de 250 A en el cuadro de baja tensión del CT para las líneas de este proyecto, estas quedan protegidas frente a sobrecargas.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$	
	$I_n \leq 0,91 I_z$ (A)	
	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	315

Las líneas subterráneas de baja tensión deben estar protegidas contra sobrecargas y cortocircuitos. Estas condiciones limitan la longitud máxima de la línea.

Según la ITC-BT-07, tabla 16 nos da la densidad máxima de corriente en función de la duración del cortocircuito, para conductores de Al con aislamiento XLPE:

Tabla 16. Densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio.

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
XLPE y EPR	294	203	170	132	93	76	66	59	54

Tomando los valores anteriores de duración del cortocircuito para una sección de 240 mm² tendremos la tabla resumen siguiente de corrientes de cortocircuito en kA.

Sección del conductor (mm ²)	Duración del cortocircuito (s)								
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
240	70,56	48,72	40,8	31,68	22,32	18,24	15,84	14,16	12,96

De acuerdo con el ANEXO 3 de la Guía, se puede utilizar la siguiente formula simplificada para el cálculo de la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

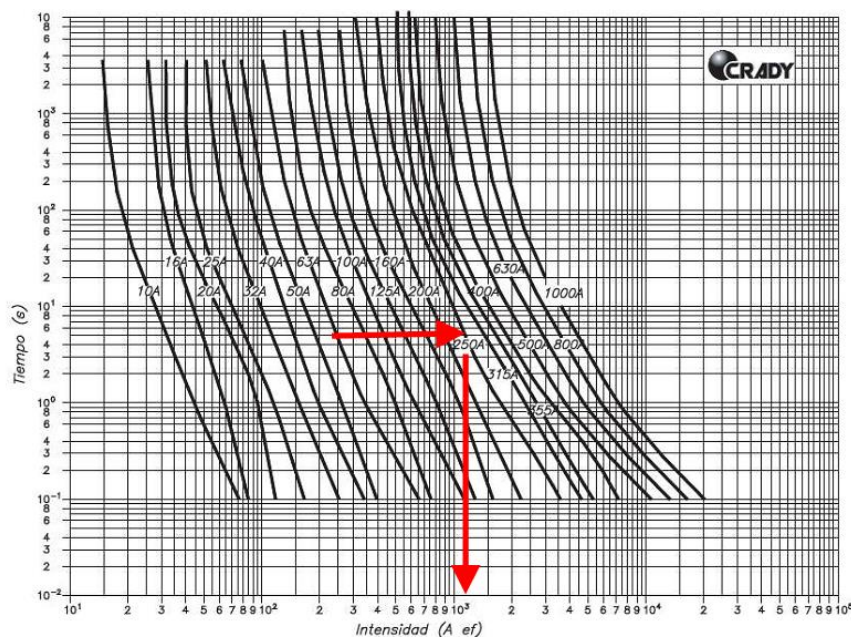
Siendo:

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado (A).

U: Tensión de alimentación entre fase y neutro (230 V).

R: Resistencia de los conductores entre el punto considerado y la alimentación.

La resistencia se mayorará un 25% para las fases y un 15% para el neutro, debido a ser conductores con sección mayor de 95 mm².



El conductor está protegido frente a cortocircuitos por un fusible (I_n) cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- La intensidad de cc admisible por el cable $I_{cc} >$ que la intensidad de fusión del fusible en 5 segundos.
- La intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, sea inferior a la corriente que resulte de un cortocircuito en cualquier punto de la instalación.

En este caso se cumplen ambos.

Según la MT 2.51.43, para un cable de 240 mm², protegido con un fusible gG de 250 A la longitud que queda protegida frente a sobrecargas y cortocircuitos es de 247m. Nosotros tenemos una longitud máxima de 25 m luego nos cumple para todas las líneas.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para tubulares soterradas						
I_{cc} I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre I_n (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

8.5.7. CONTINUIDAD DEL NEUTRO

La continuidad del neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación.

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada mediante uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas con herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

8.5.8. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

El conductor neutro de la red se podrá conectar a tierra, en el propio electrodo de puesta a tierra del centro de transformación, en el caso de CT con tierras únicas. La condición indispensable para realizar este sistema de puesta a tierra es que la resistencia de la toma de tierra única, multiplicada por la corriente de defecto a tierra que pueda presentarse en caso de defecto de la instalación, no sea superior a 1000 V.

$$R_t \times I_d \leq 1000$$

De este modo se asegura que la tensión a la que puedan quedar sometidas las instalaciones de los clientes, en caso de defecto a tierra en el CT, será inferior a la tensión de prueba de 1500 V establecida en el MI BT 031.

Si el valor de la resistencia de puesta a tierra del CT no permite la instalación de tierras únicas, se realizarán según lo dispuesto en la MT 2.11.33 de modo que todas las CGP se conectarán a tierra de neutro.

Se realizará con cable aislado (RV-0,6/1 kV), entubado e independiente de la red, con secciones mínimas de cobre DN-RA 1x 50 mm², unido a la pletina del neutro del cuadro de baja tensión. Este conductor de neutro a tierra se instalará a una profundidad mínima de 60 cm, pudiéndose instalar en una de las zanjas de cualquiera de las líneas de BT.

Por otra parte, el conductor neutro de cada línea se conectará a tierra a lo largo de la red en los armarios de distribución por lo menos cada 200 m, y en todos los finales, tanto de las redes principales como de sus derivaciones.

Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37 Ω , de acuerdo con el Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría, realizado por UNESA, para la red de BT.

En el caso de ampliaciones de la red de baja tensión, cuando se instalen nuevas líneas, en estas se deberá conectar a tierra el conductor neutro de la forma indicada.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las Líneas, Subterráneas de Baja Tensión:

Consumo	kW
CM 1	33,9
CM 2	31,8
CM 3	13
CGPM VALENBISI 1	3
CGPM VALENBISI 2	3
CGPM VALENBISI 3	3
CGPM VALENBISI 4	3
CGPM SEMÁFOROS 1	3
CGPM SEMÁFOROS 2	3
CGPM SEMÁFOROS 3	3
CGPM SEMÁFOROS 4	3
CGPM SEMÁFOROS 5	3
CGPM SEMÁFOROS 6	3
CGPM KIOSKO 1	6
CGPM KIOSKO 2	6
CGPM KIOSKO 3	6
CGPM KIOSKO 4	6
CGPM PLAZA FUENTES	10
CGPM FUENTE VERTICAL	10
CGPM ESTANQUE	20
CGPM CANAL	10
CGPM FUENTE ORNAMENTAL	10

CGPM JUEGOS AGUA	10
CPM CEMENTERIO	10
CPM MARINA 1	50
CPM MARINA 2	50

XZ1(S) 0,6/1kV
3x1x240+1x150
mm² Al

R = 0,125 W/km

X = 0,07 W/km

Intensidad máxima admisible bajo tubo según MT 2.51.43

I_z bajo tubo = 336 A

Factor de corrección debido a la temperatura del terreno.

Temperatura del terreno en °C 20,00 Q_t en °C F_{C_1} = 1,00

Factor de corrección debido a la resistividad del terreno. C.2 MT 2.51.43

Resistividad térmica del terreno
K·m/W 1,00 K·m/W F_{C_2} = 1,00 Terreno Seco

Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos. C.3 MT 2.51.43

Nº de ternos 3 ternos F_{C_3} = 0,83

Separación entre ternos
d (m) 0,20 d en m

Factor de corrección debido a la profundidad de instalación. C.4 MT 2.51.43

Profundidad 0,70 h en m F_{C_4} = 1,00

Intensidad máxima admisible corregida $I'_z = 278,88$ A

Capacidad máxima de transporte kW $S_{\text{máx}} = 173,89$ kW

Protección por intensidad máxima admisible $I_b \leq I_n \leq I'_z$

Protección frente sobrecargas

1ª Condición:

$$I_b \leq I_n \leq I'_z$$

I_b (A)		I_n (A)		I'_z
248,58	$\leq$	250	$\leq$	278,88

2ª Condición:

$$1,6 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I'_z$$

400	$\leq$	404
-----	--------	-----

Protección frente cortocircuitos

1ª Condición:

$$I_s (A) > I_f (A)$$

10.089	$>$	1.650
--------	-----	-------

2ª Condición:

$$I_f (A) < I_{cc} (A)$$

1.650	$<$	12.500
-------	-----	--------

Cortocircuito

$$I_{k3} \leq I_{k3 \text{ adm}}$$

Intensidad eficaz de cortocircuito trifásico de corta duración $I_{k3} = 12,50 \text{ kA}$

$$1000 \cdot I_{k3 \text{ adm}} / S = K / \sqrt{t_{cc}}$$

Sección del conductor $s = 240,00 \text{ Al}$

Coeficiente dependiente del conductor y de las temperaturas características del cortocircuito

$$K = 94,00$$

Tiempo de actuación de las protecciones $t_{cc} = 1,00 \text{ s}$

Intensidad de cortocircuito trifásico máxima admisible $I_{k3 \text{ adm}} = 22,56 \text{ kA}$

Caída de tensión

Origen	Destino	Potencia a Nudo kW	Potencia Transporte kw	L (m)	I _b (A)	< (A)	I' _z (V)	ΔU (V)	tramo ΔU tramo (%)	ΔU acumul. (%)
CTR1										
Línea 1.1										
				398						
CTR1	CM 1	33,9	55,9	9	80,68	278,88	0,18		0,04	0,04
CM 1	CGPM KIOSKO 1	6	22	239	31,75	278,88	1,88		0,47	0,51
CGPM KIOSKO 1	CGPM PLAZA FUENTES	10	16	130	23,09	278,88	0,74		0,19	0,70
CGPM PLAZA FUENTES	CGPM KIOSKO 2	6	6	20	8,66	278,88	0,04		0,01	0,71
Línea 1.2										
				47						
CTR1	CPM CEMENTERIO	10	10	47	14,43	278,88	0,17		0,04	0,04
Línea 1.3										
				638						
CTR1	CGPM VALENBISI 1	3	6	430	8,66	278,88	0,92		0,23	0,23
CGPM VALENBISI 1	CGPM VALENBISI 2	3	3	208	4,33	278,88	0,22		0,06	0,29
CTR2										
Línea 2.1										
				611						
CTR2	CM 2	31,8	80,8	11	116,62	278,88	0,32		0,08	0,08

CM 2	CGPM ESTANQUE	20	49	90	70,73	278,88	1,58	0,39	0,47
CGPM ESTANQUE	CGPM KIOSKO 3	6	29	75	41,86	278,88	0,78	0,19	0,67
CGPM KIOSKO 3	CGPM SEMÁFOROS 4	3	23	103	33,20	278,88	0,85	0,21	0,88
CGPM SEMÁFOROS 4	CGPM FUENTE VERTICAL	10	20	111	28,87	278,88	0,79	0,20	1,08
CGPM FUENTE VERTICAL	CGPM JUEGOS AGUA	10	10	221	14,43	278,88	0,79	0,20	1,28
Línea 2.2				459					
CTR2	CGPM SEMÁFOROS 5	3	6	338	8,66	278,88	0,73	0,18	0,18
CGPM SEMÁFOROS 5	CGPM SEMÁFOROS 6	3	3	121	4,33	278,88	0,13	0,03	0,21
Línea 2.3				778					
CTR2	CGPM VALENBISI 2	3	9	238	12,99	278,88	0,77	0,19	0,19
CGPM VALENBISI 2	CGPM SEMÁFOROS 2	3	6	236	8,66	278,88	0,51	0,13	0,32
CGPM SEMÁFOROS 2	CGPM SEMÁFOROS 1	3	3	304	4,33	278,88	0,33	0,08	0,40
CTR3									
Línea 3.1				307					
CTR3	CM 3	13	29	13	41,86	278,88	0,13	0,03	0,03
CM 3	CGPM VALENBISI 3	3	16	75	23,09	278,88	0,43	0,11	0,14

CGPM VALENBISI 3	CGPM CANAL	10	13	140	18,76	278,88	0,65	0,16	0,30
CGPM CANAL	CGPM VALENBISI 4	3	3	79	4,33	278,88	0,08	0,02	0,32
Línea 3.2		259							
CTR3	CGPM FUENTE ORNAMENTAL	10	16	205	23,09	278,88	1,17	0,29	0,29
CGPM FUENTE ORNAMENTAL	CGPM KIOSKO 4	6	6	54	8,66	278,88	0,12	0,03	0,32
Línea 3.3		234							
CTR3	CPM MARINA 1	50	100	228	144,34	278,88	8,15	2,04	2,04
CPM MARINA 1	CPM MARINA 2	50	50	6	72,17	278,88	0,11	0,03	2,06

