

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



Biblioteca

"AMPLIACIÓN DE LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN Y  
MEDIA TENSIÓN EXISTENTE"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio - 2024

AUTOR: Laura Natalia Álvarez Gómez

DIRECTOR: Miguel López García

# INDICE

<b>CAPITULO 0</b>	<b>5</b>
0.1. Introducción	5
0.2. Planteamiento del problema.	5
0.3. Objetivo general	6
0.4. Objetivos específicos	7
0.5. Justificación	7
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>8</b>
<b>1. MEMORIA DESCRIPTIVA.</b>	<b>8</b>
1.1. Objeto	8
1.2. Titular de la instalación	8
1.3. Diseño de la línea subterránea de M.T.	8
1.3.1. Reglamentación y disposiciones oficiales	8
1.3.2. Características de los materiales	13
1.3.4. Descripción de la instalación de media tensión	13
1.3.5. Características principales de la línea	14
1.3.6. Conductor de la línea de media tensión	14
1.3.7. Accesorios	15
1.3.8. Canalización entubada	15
1.3.9. Protecciones	16
1.3.10. Cálculos eléctricos	17
1.3.11. Ensayos eléctricos después de la instalación	17
1.4. Diseño de la línea subterránea de B.T.	17
1.4.1. Reglamentación y disposiciones oficiales	17
1.4.2. Características de los materiales	20
1.4.3. Descripción de la instalación de baja tensión	20
1.4.4. Características principales de la línea de baja tensión	22
1.4.5. Conductor de la línea de BT	22
1.4.6. Cajas generales de protección	23
1.5. Diseño del Centro de Transformación	24
1.5.1. Reglamentación y disposiciones oficiales	24
1.5.2. Características de los materiales	28
1.5.3. Descripción de la instalación de los centros de transformación	29
1.5.4. Obra civil	31
1.5.5. Instalación eléctrica de los centros de transformación	33
1.5.6. Características de la aparamenta	36
1.5.7. Transformadores	38
<b>2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.</b>	<b>47</b>
2.1. Introducción	47
2.2. Estudio de cargas de la red existente y su modificación.	47
2.3. Previsión de potencias	48
2.3.1. Previsión de potencias en los edificios destinados a viviendas	48
2.3.2. Previsión de potencias en los locales comerciales	49
2.4. Recorrido	52
2.5. Cálculos justificativos línea subterránea de media tensión	54
2.6. Cálculos justificativos línea subterránea de baja tensión	61
2.7. Cálculos justificativos para centros de transformación	62
2.7.1. Corriente de cortocircuito en MT	62
2.7.2. Corriente de cortocircuito en BT	63
2.7.3. Intensidad nominal MT	63

2.7.4.	Intensidad nominal BT	64
2.7.5.	Cálculo de la instalación de puesta a tierra en los centros	65
2.7.6.	Tensión máxima de paso de acceso admisible para la instalación	67
2.7.7.	Procedimiento de cálculo	67
2.7.7.1.	Características del suelo	67
2.7.7.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondientes a la eliminación del defecto	67
2.7.7.3.	Datos de partida	67
2.7.7.4.	Diseño preliminar de la instalación de tierra de protección	68
2.7.7.5.	Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra general	69
2.7.7.6.	Cálculo de la intensidad de puesta a tierra y del tiempo de defecto	69
2.7.7.7.	Cálculo de las tensiones de paso, contacto y defecto de puesta a tierra general	69
2.7.7.8.	Comprobación del diseño de puesta a tierra general	70
2.7.7.9.	Puesta a tierra de protección	71
2.7.7.10.	Puesta a tierra de servicio	71
2.7.7.11.	Separación de sistemas de puesta a tierra	72
2.7.7.12.	Separación de la tierra de neutro de baja tensión de otras puestas a tierra	73
3.	PLANIFICACIÓN	74
4.	ESTUDIO DE SEGURIDAD	76
4.1.	Protección personal contra la electricidad	81
4.2.	Protecciones colectivas generales	81
<b>CAPITULO II</b>		<b>84</b>
5.	PLANOS	84
<b>CAPITULO III</b>		<b>93</b>
6.	PLIEGO DE CONDICIONES	93
6.1.	Características de los materiales	93
6.1.1.	Cables aislados de media tensión	93
6.1.2.	Electrodos de puesta a tierra y grapas de conexión	93
6.2.	Ejecución y recepción técnica de las instalaciones	93
6.2.1.	Introducción	93
6.2.2.	Disposiciones que se deben cumplir	94
6.2.3.	Definiciones	94
6.2.4.	Materiales	95
6.2.5.	Normas para la ejecución y recepción de las instalaciones	96
<b>CAPITULO IV</b>		<b>101</b>
PRESUPUESTO		101
4.1	MEDICIONES.	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características principales de la línea	14
Tabla 2 Características del conductor de media tensión	14
Tabla 3 Dimensiones de la zanja	16
Tabla 4 Características principales de la línea de baja tensión	22
Tabla 5 Características del conductor de baja tensión	22
Tabla 6 Dimensiones de la zanja	24
Tabla 7 Características eléctricas de las celdas del CT	34
Tabla 8 Características del interruptor-seccionador	37
Tabla 9 Características del seccionador y seccionador de puesta a tierra	37
Tabla 10 Características eléctricas "CT VIVIENDAS I" Y "CT VIVIENDAS II"	38
Tabla 11 Características eléctricas "CT LOCALES"	39
Tabla 12 Características eléctricas "CT SALUD"	40
Tabla 13 Previsión de potencias para "VIVIENDAS I"	49
Tabla 14 Previsión de potencias para "VIVIENDAS II"	49
Tabla 15 Previsión de potencias para LOCALES"	50
Tabla 16 Cálculo del número de transformadores para "CT VIVIENDAS I"	51
Tabla 17 Cálculo del número de transformadores para "CT VIVIENDAS II"	51
Tabla 18 Cálculo del número de transformadores para "CT LOCALES"	52
Tabla 19 Resumen de las configuraciones de los CT's adoptadas	52
Tabla 20 Recorridos entre tramos para CT's	53
Tabla 21 Recorridos entre tramos para CGP del "CT VIVIENDAS I"	53
Tabla 22 Recorridos entre tramos para CGP del "CT VIVIENDAS II"	53
Tabla 23 Recorridos entre tramos para CGP del "CT LOCALES"	53
Tabla 24 Intensidades máximas permanentes en los conductores *Extraído de Tabla 2 UNE 211435	55
Tabla 25 Temperatura del terreno en cables soterrados. Extraído de Tabla A.5 de UNE 211435	56
Tabla 26 Resistividad térmica del terreno. Extraído de Tabla A.6 de UNE 211436	56
Tabla 27 Profundidades de instalación. Extraído de Tabla A.7 de UNE 211435	56
Tabla 28 Intensidad máxima de cortocircuito para el conductor en función de la duración del cortocircuito. Extraído de tabla B.3 de UNE 211435	58
Tabla 29 Intensidad máxima admisible en la pantalla metálica en función de la duración del cortocircuito. Extraído de la Tabla 23 de MT 2.31.01	58
Tabla 30. Extraído de Tabla A 4.2 de UNE 211435	59
Tabla 31 Resultados de los cálculos de la potencia y la caída de tensión de la línea de media tensión	60
Tabla 32 Resultado de las pérdidas de potencia por la línea de media tensión	61
Tabla 33 Resultado de la caída de tensión por la línea de media tensión	62
Tabla 34 Intensidad de cortocircuito en cada línea de media tensión	62
Tabla 35 Cartuchos fusibles (A) para transformadores de 400kVA	64
Tabla 36 Cartuchos fusibles (A) para transformadores de 630kVA	64
Tabla 37 Cartuchos fusibles (A) para transformadores de 400kVA	64
Tabla 38 Tabla electrodo de puesta a tierra de protección seleccionado	71
Tabla 39 Características del sistema de tierra de protección	72

## **CAPITULO 0**

### **0.1. Introducción**

Tomando en cuenta la red de distribución existente en Alicante, España, se dispondrá a diseñar una ampliación a la red de distribución eléctrica a partir de la Subestación de Los Montesinos (Alicante), el fin de esta ampliación es satisfacer la demanda de las nuevas construcciones en las parcelas ya que requerirá del servicio eléctrico a su disposición para que las nuevas instalaciones puedan funcionar en óptimas condiciones. A continuación, se presentarán los datos específicos para la proyección del diseño tomando en cuenta todos los factores como la capacidad de la subestación, la ubicación, las caídas de tensión de la línea existente y la línea una vez realizada la ampliación y cálculos previos de consumo por parcela donde nos proporcionara un estimado del mismo, así como las etapas constructivas, equipos y materiales utilizados, analizando y definiendo cada uno de ellos.

Para hacer una red de distribución eléctrica desde un punto a otro, se deben seguir varios pasos. Primero, se deben planificar las rutas y ubicaciones de los conductores y equipos eléctricos. Luego, se deben instalar los postes, torres o ductos necesarios para soportar los conductores. Los conductores aislados de cobre son utilizados en las redes de baja tensión subterráneas. Además, se deben construir subestaciones principales de potencia para garantizar un suministro confiable de electricidad. También es importante asegurarse de cumplir con las normas de seguridad y regulaciones eléctricas establecidas por las autoridades competentes.

### **0.2. Planteamiento del problema.**

Actualmente las parcelas en construcción no cuentan con un servicio eléctrico en su totalidad, por tal motivo se requiere de un proyecto donde este destinado la ampliación de la red de distribución eléctrica el cual permita el funcionamiento de dichas construcciones y a su vez, facilite la ejecución constructiva a futuro de la misma.

La creciente demanda de energía eléctrica requerida para el desarrollo de nuestro entorno ha llevado a la necesidad de ampliar las redes de distribución eléctrica. Esta ampliación implica una serie de desafíos y consideraciones que deben abordarse adecuadamente para garantizar un suministro confiable y eficiente.

Es vital evaluar el crecimiento proyectado de la demanda eléctrica en el área a ser atendida. Esto implica analizar las tendencias de consumo, el desarrollo urbano, la instalación de nuevas industrias y los planes de expansión futuros. Se realizará una evaluación exhaustiva de la infraestructura eléctrica existente, incluyendo transformadores, cables de distribución, postes, subestaciones, entre otros. Esto permitirá determinar si la infraestructura actual es capaz de soportar el aumento de la demanda o si es necesario realizar mejoras o reemplazos.

Se identificará las áreas donde la demanda es alta y los puntos de carga que requieren una mayor capacidad de suministro eléctrico, esto ayudará a establecer las prioridades de expansión y dimensionar adecuadamente los componentes de la red.

Se evaluará las diferentes fuentes de energía disponibles para garantizar un suministro confiable y sostenible. Se debe considerar la integración de energías renovables, como la solar o la eólica, para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las emisiones de carbono. Un elemento crítico en el planteamiento del problema es el estudio de viabilidad económica. Esto implica evaluar el costo de la ampliación de la red, considerando la instalación de nuevos equipos, el mantenimiento requerido y el retorno de inversión esperado.

### **0.3. Objetivo general**

La elaboración del proyecto es fomentar la construcción de una red de distribución eléctrica en la zona de San Miguel De Salinas, España. Esto traerá como beneficio la incorporación de nuevas construcciones sin que presenten un déficit energético en la zona.

Actualmente se planea construir en las parcelas, zonas de viviendas, locales comerciales, centro de salud, entre otros, donde requiere de una alimentación energética para su uso óptimo en las instalaciones, para ello, es necesario ampliar la red eléctrica de baja tensión y media tensión, donde les permitirá a cada usuario o cliente tener el acceso a la electricidad de manera planificada y sin riesgos.

#### **0.4. Objetivos específicos**

- Diseñar una red de distribución y ampliación eléctrica de media tensión para el municipio de San Miguel De Salinas en las nuevas construcciones.
- Analizar los CT'S proyectados.
- Diseñar la red de baja tensión desde la salida de los circuitos de los transformadores de corriente hasta las cajas generales de protección.
- Identificar las medidas de seguridad en la ejecución del proyecto.
- Obtener costo total del proyecto.
- Presentar el trazado proyectados en los planos.

#### **0.5. Justificación**

En el municipio de San Miguel De Salinas, se llevará a cabo la ampliación y mejora de la red de distribución eléctrica que proporcionará el servicio en beneficio a los pobladores. La energía eléctrica es un servicio indispensable para el desarrollo urbano, el nivel de crecimiento de la comunidad va de la mano con la energía eléctrica que se les proporcione, mientras más eficiente y planificada sea una red de distribución eléctrica, mejor será la calidad de vida y eficiencia de la población.

Para dar con una alternativa viable, se toma en cuenta la propuesta proyectada en los planos de emplazamiento, el trazado de la red eléctrica, los datos recopilados previamente de la potencia necesaria que demanda cada construcción donde se conoce los requerimientos de potencia por parcelas, lo cual, es de suma importancia cumplir con esta demanda.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MEMORIA DESCRIPTIVA.**

#### **1.1. Objeto**

El presente proyecto define las características técnicas y económicas de la reforma y ampliación de las redes subterráneas de distribución propiedad de i-DE.

#### **1.2. Titular de la instalación**

i-DE, con oficina en Alicante, calle Calderón de la Barca, 16 con CIF A-95075578, empresa dedicada a la distribución de energía eléctrica.

#### **1.3. Diseño de la línea subterránea de M.T.**

El diseño de la presente línea se ha realizado de acuerdo con:

“PROYECTO TIPO DE LINEA SUBTERRANEA DE AT HASTA 30 kV” REF. MT 2.31.01 en su última edición, publicado por i-DE que establece y justifica todos los datos técnicos para su construcción, de acuerdo con Real Decreto 842/2002 y demás especificaciones Particulares de i-DE aprobadas por la Resolución de 5 de mayo de 2014, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, que actualiza la relación de Manuales Técnicos y Normas Internas de i-DE.

##### **1.3.1. Reglamentación y disposiciones oficiales**

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa y todas las modificaciones que le afecten.

El presente proyecto se ajusta a los Proyecto Tipo de i-DE:

- M.T. 2.31.01. “Línea Subterránea de AT hasta 30 kV”, en su última edición
- MT 2.23.43, “Tablas de tendido de conductores desnudos de Aluminio-Acero galvanizado y cobre, para líneas aéreas de hasta 30 KV” en su última edición.
- Normas de la Empresa Suministradora de Energía Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U., de aplicación a esta instalación.
- Condicionados y Ordenanzas Municipales que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.



- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas UNE / IEC.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

También se ha tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

### **LEGISLACIÓN NACIONAL**

- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias (B.O.E. de 24-03-1995).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, de Regulación del Sector Eléctrico (B.O.E. de 28-11-97).
- Recomendación 519/99/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, pro el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 10 27-12-00). Modificado por Corrección de Errores en BOE nº 62, de 13 de marzo de 2001.
- 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 (B.O.E. 21-06-01).
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (B.O.E. de 29-09-01).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 e BT 51 (B.O.E. de 18-09-02).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (B.O.E. de 18-09-07).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición (B.O.E. de 13-02-08).

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Corrección de errores (B.O.E. de 17-05-08. Corrección de errores (B.O.E. de 19-07-08).
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (B.O.E. de 13-09-08).
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuadas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y a su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (B.O.E. de 22-05-10).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (B.O.E. de 08-12-11).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (B.O.E. de 12-12-13).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (B.O.E. de 27-12-13).
- 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 (B.O.E. de 30 de diciembre de 2013).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (B.O.E. de 09-06-14).
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos (B.O.E. de 10-06-14).

## **LEGISLACIÓN AUTONÓMICA**

- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Impacto Ambiental (B.O.E. de 26-04-89). Modificada por la Ley 16/2010. Modificada por la Ley 10/2012.
- 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 (D.O.G.V. de 30-10-90).
- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana, (D.O.G.V. de 21-12-1993)
- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano (D.O.G.V. de 18-06-98).
- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones (D.O.G.V. de 27-01-04).
- Orden de 2 de enero de 2005, de la Conselleria de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que hayan de tramitar ante esta Conselleria.
- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, pro el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat (D.O.G.V. de 05-05-05).
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Medioambiental (D.O.G.V. de 14-03-06).
- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por l que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales (D.O.G.V. de 16-04-10).
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos

administrativos en los que se preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por el técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional (D.O.G.V. de 03-11-10).

- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Consell de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión (D.O.G.V. de 05-11-10).
- Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural Valenciano.
- 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, S.A.U.
- Resolución de 18 de diciembre de 2019, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se modifica la de 22 de noviembre de 2019, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que se regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunidad Valenciana (D.O.G.V. de 31-07-14).
- Ley 1/2019, de 5 de febrero, de la Generalitat, de modificación de la Ley 5/2014, de 25 de julio, de ordenación dl territorio, urbanismo y paisaje de la Comunitat Valenciana.
- 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 (D.O.G.V. 28-08-2020).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas de i-DE de aplicación a esta instalación.

- Ordenanzas Municipales del Excmo. Ayto. correspondiente.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

### **1.3.2. Características de los materiales**

Los materiales para utilizar en la ejecución de esta instalación se regirán según lo indicado en el capítulo III “Características de los materiales” de la norma interna MT 2.03.20 “Normas particulares para las instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV.) y baja tensión”, en su última edición.

Las principales características de los materiales serán:

- |   |        |
|---|--------|
| ● Tensión nominal   | 20 kV  |
| ● Tensión asignada (Uo/U)   | 12/20  |
| kV  |        |
| ● Tensión más elevada (Um)  | 24 kV  |
| ● Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo                  | 125 kV |
| ● Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial | 50 kV  |

### **1.3.4. Descripción de la instalación de media tensión**

La línea en proyecto se ha estudiado de forma que su longitud sea la mínima posible, considerando el terreno, la propiedad de estos, así como las posibles afecciones.

Los cruces de calzadas se realizarán a cielo abierto (salvo que se indique lo contrario) y siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial. Una vez terminadas las obras, los terrenos serán restituidos a su estado original.



*Imagen 1 Trazado de la línea subterránea de media tensión*

### 1.3.5. Características principales de la línea

*Tabla 1 Características principales de la línea*

Tensión nominal	20 kV
Frecuencia	50 Hz
Clase de corriente	Alterna trifásica
Tensión máxima entre fase y tierra	24 kV
Circuitos	simple
Categoría de la red (s/ UNE 211435)	Categoría A
Longitud total de la línea 1:	802,16 m.
Longitud total de la línea 2:	813,31 m.

### 1.3.6. Conductor de la línea de media tensión

El conductor será del tipo HEPRZ1 12/20 kV 1x240 K+H16 Al mm<sup>2</sup> de sección.

Se utilizarán cables con aislamiento seco extruido tipo HEPR según NI 56.43.01 y con las características indicadas en la siguiente tabla:

*Tabla 2 Características del conductor de media tensión*

Cable Tipo	HEPR-Z1
Conductor	Unipolar
Sección pantallas semiconductoras y metálicas	16 mm <sup>2</sup>

Material conductor	Aluminio circular compacta
Aislamiento (HEPR)	Etileno propileno de alto módulo
Cubierta (Z1)	Compuesto de Poliolefina
Sección para Fase	240
Tensión asignada (Uo/U)	12/20 kV
Tensión más elevada (Um)	24 Kv
Tensión nominal soportada a los impulsos tipo rayo	50 kV
Categoría de resistencia al incendio	(S) seguridad
Identificación (AS) según UNE-HD 620-9E	S

### 1.3.7. Accesorios

Las fases deben estar correctamente identificadas mediante cintas adhesivas de colores verde, amarillo y marrón cada 1,5 m. según MT 2.33.25.

Las líneas estarán correctamente identificadas mediante señales autoadhesivas según NI 29.04.04.

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser adecuados a las características ambientales de interior y/o exterior. Su montaje se realizará siguiendo la MT correspondiente, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Según la NI 56.80.02 se definen los siguientes accesorios:

- Terminales de exterior (retráctiles y deslizantes)
- Empalmes rectos unipolares (retráctil)
- Terminales enchufables apantallados

### 1.3.8. Canalización entubada

Los cables aislados se dispondrán debidamente enterrados en zanjas y cumplirán con los requisitos señalados en la ITC-LAT-06 y las condiciones exigidas por los órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales.

Conforme a lo establecido en el art. 162 del RD 1955/2000, se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por:

- Tubos de plástico según las características indicadas en la NI 52.95.03 y constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, con una

resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía de 40

J. El diámetro nominal dependerá de la sección del conductor:

- Sección cable 240 mm<sup>2</sup>:  $\phi$ 160 mm

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico.

- Un multiducto denominado Tritubo HDPE  $\phi$ 4 cm según NI 52.95.20. para la instalación posterior de telecomunicaciones.
- Una cinta o varias cintas de señalización dependiendo del número de tubos para advertir la presencia de cables eléctricos según NI 29.00.01.

La zanja para realizar será de las dimensiones y longitudes indicadas en la siguiente tabla en función de su ubicación:

*Tabla 3 Dimensiones de la zanja*

Dimensiones (m)	Acera	Calzada
Ancho	0,5	0,5
Profundidad	1	1,2
Número de tubos	4	4
Longitud	1532	83

La ejecución de la canalización se realizará según lo descrito en el pliego de condiciones.

### **1.3.9. Protecciones**

#### **1.3.9.1. Protecciones contra sobrecargas**

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobrecargas que puedan producirse en la instalación. Para la protección contra sobrecargas se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

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 de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos serán las indicadas en la Norma UNE 211435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.



### **1.3.9.2. Protecciones contra sobretensiones**

Los cables aislados 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 utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo que establece en el apartado 7.2 de la ITC LAT 06 de Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y en el apartado 7.1 de la ITC RAT 13 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

### **1.3.10. Cálculos eléctricos**

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder el 5%, tal como queda justificado en el apartado n.º 2 “Cálculos” del presente proyecto.

### **1.3.11. Ensayos eléctricos después de la instalación**

Una vez finalizada la instalación, se comprobará el tendido del cable y el montaje de los accesorios mediante los ensayos específicos definidos en la MT 2.33.1 y la ITC-LAT-05.

## **1.4. Diseño de la línea subterránea de B.T.**

El diseño de la presente línea se ha realizado de acuerdo con:

“ESPECIFICACIÓN PARTICULAR RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN. ACOMETIDAS” REF. MT 2.51.43 en su última edición, publicado por i-DE que establece y justifica todos los datos técnicos para su construcción.

### **1.4.1. Reglamentación y disposiciones oficiales**

Para la redacción de este proyecto se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a instalaciones de Baja Tensión contenida en los Reglamentos siguientes:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre, de Regulación del Sector Eléctrico (B.O.E. 28 de noviembre de 1997).
- Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico (B.O.E. 13 de julio de 2013).
- Ley 17/2013, de 29 de octubre, para la garantía del suministro e incremento de la competencia en los sistemas eléctricos insulares y extra peninsulares (B.O.E. 30 de octubre de 2013).
- 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). Incluyendo su corrección de errores publicado en BOE nº 62, de 13 de marzo de 2001.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (B.O.E: de 18-09-2002)
- 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.
- 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, S.A.U.
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional
- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Impacto Ambiental (B.O.E. de 26-04-89). Modificada por la Ley 16/2010. Modificada por la Ley 16/2010 y Modificada por la Ley 10/2012.
- 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 (D.O.G.V. de 30-10-90).
- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana, (D.O.G.V. de 21-12-1993).
- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano (D.O.G.V. de 18-06-98).
- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones (D.O.G.V. de 27-01-04).
- Orden de 2 de enero de 2005, de la Conselleria de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que hayan de tramitar ante esta Conselleria.
- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, pro el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat (D.O.G.V. de 05-05-05).
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Medioambiental (D.O.G.V. de 14-03-06).
- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por l que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales (D.O.G.V. de 16-04-10).
- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Consell de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y

electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión (D.O.G.V. de 05-11-10).

- Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural Valenciano.
- Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que se regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunidad Valenciana (D.O.G.V. de 31-07-14).
- Ley 1/2019, de 5 de febrero, de la Generalitat, de modificación de la Ley 5/2014, de 25 de julio, de ordenación dl territorio, urbanismo y paisaje de la Comunitat Valenciana.
- 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 (D.O.G.V. 28-08-2020).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas de i-DE de aplicación a esta instalación.
- Ordenanzas Municipales del Excmo. Ayto. que corresponda.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

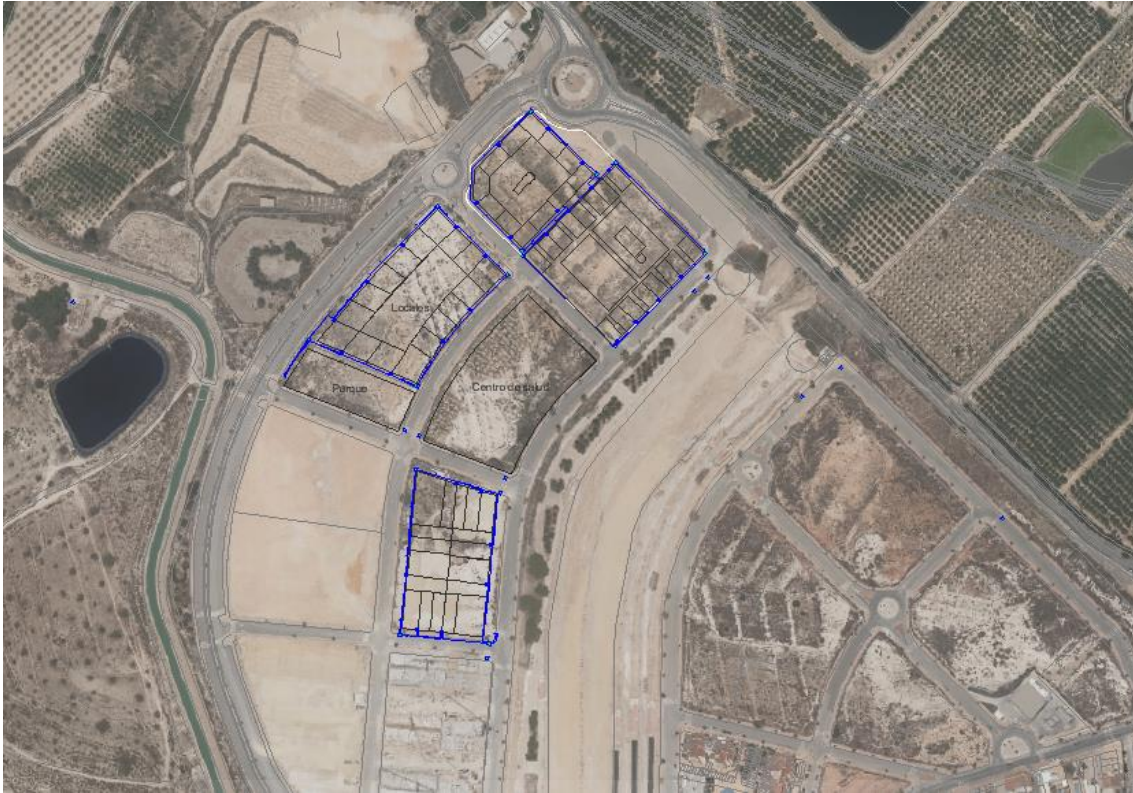
#### **1.4.2. Características de los materiales**

Los materiales para utilizar en la ejecución de esta instalación se regirán según lo indicado en el capítulo III “Características de los materiales” de la norma interna MT 2.03.20 “Normas particulares para las instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV.) y baja tensión”, en su última edición.

#### **1.4.3. Descripción de la instalación de baja tensión**

##### **1.4.3.1. Recorrido de distribución**

El recorrido para el presente proyecto estará definido entre la fuente principal de alimentación hasta los nuevos Centros de Transformación. Desde este punto se distribuirá a las diferentes parcelas.



*Imagen 2 Trazado de la línea subterránea de baja tensión*

#### **1.4.3.2. Trazado de la instalación BT**

La línea se ha estudiado de forma que su longitud sea la mínima posible, considerando el terreno, la propiedad de estos, así como las posibles afecciones.

Las líneas subterráneas proyectada (400/230 V y Simple circuito) discurrirán en zanja entubadas por acera y calzada enlazando las CGP'S

Los cruces de calzadas se realizarán a cielo abierto.

En el cruce de la línea en proyecto con otras líneas eléctricas y/o diversos servicios, las condiciones cumplirán con lo especificado en el punto 2.2.1 de la ITC-BT-07 del Reglamento de BT.

Una vez terminadas las obras, los terrenos serán restituidos a su estado original.

#### 1.4.4. Características principales de la línea de baja tensión

Tabla 4 Características principales de la línea de baja tensión

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	230/400 V
Tensión máxima entre fase y tierra	250 V
Sistema de puesta a tierra	Neutro unido directamente a tierra
Aislamiento de los cables de red	0,6/1 kV
Intensidad máxima de cortocircuito trifásico	50 kA
Longitud total de la línea 1	336,37 m.
Longitud total de la línea 2	339,47 m.
Longitud total de la línea 3	174,77 m.
Longitud total de la línea 4	251,27 m.
Longitud total de la línea 5	242,13 m.
Longitud total de la línea 6	200,86 m.

#### 1.4.5. Conductor de la línea de BT

El conductor será del tipo 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al de sección.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo XZ1 según NI 56.37.01 y con las características indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 5 Características del conductor de baja tensión

Cable Tipo	XZ1
Conductor	Aluminio
Sección para Fase	150 mm
Sección para Neutro	95 mm
Tensión asignada	0,6/1 kV
Aislamiento	Polietileno
Cubierta	Polioléfina (Z1)
Categoría de resistencia al incendio	(S) seguridad

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro. Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Se plantea la misma sección para cada una de las líneas que conforman la Red de Distribución de Baja tensión con la intención de tener capacidad para posibles ampliaciones a futuro.

#### **1.4.6. Cajas generales de protección**

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.

En los casos de viviendas unifamiliares con terreno circundante, en lugar de cajas generales de protección, se instalarán cajas generales de protección y medida, las cuales podrán usarse también para seccionamiento de la red. Se ajustarán a las normas NI 42.72.00 y NI 76.50.04.

##### **1.4.6.1. Accesorios**

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo con la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.) y cumplirán con lo establecido en la NI 56.88.01. Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

Las piezas de conexión se ajustarán a la NI 58.20.71.

##### **1.4.6.2. Canalización entubada**

Los cables aislados se dispondrán debidamente enterrados en zanjas y cumplirán con los requisitos señalados en el R.E.B.T. y las condiciones exigidas por los órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales.

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

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por:

- Tubos de plástico según las características indicadas en la NI 52.95.03 y constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía de 40 J. El diámetro nominal dependerá será de  $\varnothing 160$  mm.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico.

- Una cinta o varias cintas de señalización dependiendo del número de tubos para advertir la presencia de cables eléctricos según NI 29.00.01.

La zanja para realizar será de las dimensiones y longitudes indicadas en la siguiente tabla en función de su ubicación:

*Tabla 6 Dimensiones de la zanja*

Dimensiones (m)	Acera	Calzada
Ancho	0,5	0,5
Profundidad	1	1,2
Número de tubos	4	4
Longitud	1479	0

La ejecución de la canalización se realizará según lo descrito en el pliego de condiciones técnicas.

### **1.5. Diseño del Centro de Transformación**

Se hace constar que el diseño del presente centro se ha realizado de acuerdo con:

"PROYECTO TIPO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE SUPERFICIE" Ref. MT 2.11.01, en su última edición.

#### **1.5.1. Reglamentación y disposiciones oficiales**

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa y todas las modificaciones que le afecten.

El presente proyecto se ajusta a los Proyecto Tipo de i-DE:

- Normas de la Empresa Suministradora de Energía Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U., de aplicación a esta instalación.
- Condicionados y Ordenanzas Municipales que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.



- Normas UNE / IEC.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

También se ha tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

### **LEGISLACIÓN NACIONAL**

- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias (B.O.E. de 24-03-1995).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, de Regulación del Sector Eléctrico (B.O.E. de 28-11-97).
- Recomendación 519/99/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, pro el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27-12-00).
- 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 (B.O.E. 21-06-01).
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (B.O.E. de 29-09-01).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 e BT 51 (B.O.E. de 18-09-02).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (B.O.E. de 18-09-07).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición (B.O.E. de 13-02-08).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. Corrección de errores (B.O.E. de 17-05-08. Corrección de errores (B.O.E. de 19-07-08).

- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuadas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y a su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (B.O.E. de 22-05-10).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (B.O.E. de 08-12-11).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (B.O.E. de 12-12-13).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (B.O.E. de 27-12-13).
- 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 (B.O.E. de 30 de diciembre de 2013).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (B.O.E. de 09-06-14).
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos (B.O.E. de 10-06-14).

### **LEGISLACIÓN AUTONÓMICA**

- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Impacto Ambiental (B.O.E. de 26-04-89). Modificada por la Ley 16/2010. Modificada por la Ley 10/2012.
- 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 2/2989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental (D.O.G.V. de 30-10-90).
- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana, (D.O.G.V. de 21-12-1993).
- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano (D.O.G.V. de 18-06-98).
- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a

observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones (D.O.G.V. de 27-01-04).

- Orden de 2 de enero de 2005, de la Conselleria de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que hayan de tramitar ante esta Conselleria.
- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, pro el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat (D.O.G.V. de 05-05-05).
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Medioambiental (D.O.G.V. de 14-03-06).
- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por l que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales (D.O.G.V. de 16-04-10).
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que se preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por el técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional (D.O.G.V. de 03-11-10).
- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Consell de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión (D.O.G.V. de 05-11-10).
- Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural Valenciano.

- 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, S.A.U.
- Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que se regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunidad Valenciana (D.O.G.V. de 31-07-14).
- 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 (D.O.G.V. 28-08-2020).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas de i-DE de aplicación a esta instalación.
- Ordenanzas Municipales del Excmo. Ayto. correspondiente.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

### 1.5.2. Características de los materiales

Los materiales para utilizar en la ejecución de esta instalación se registrarán según lo indicado en el capítulo III “Características de los materiales” de la norma interna MT 2.03.20 “Normas particulares para las instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV.) y baja tensión”, en su última edición.

Las principales características de los materiales serán:

#### 1.5.2.1. Media tensión

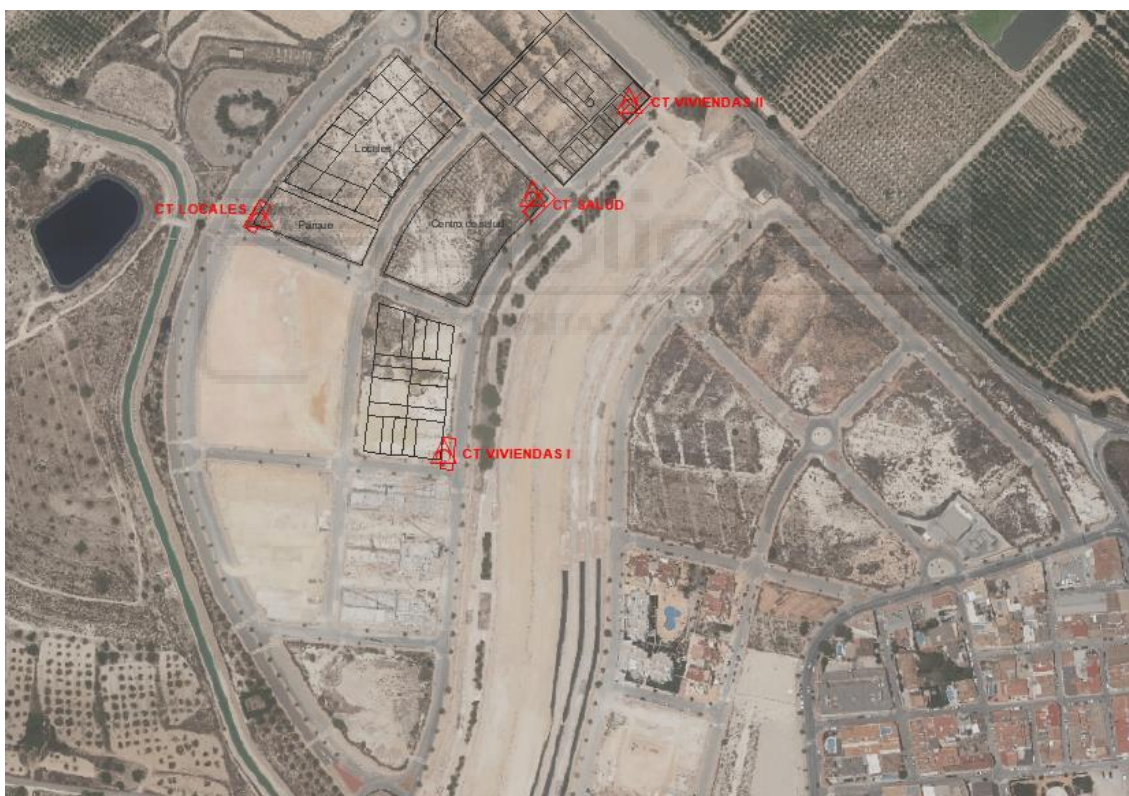
- |   |                   |
|---|-------------------|
| ● Clase de Corriente  | Alterna Trifásica |
| ● Frecuencia  | 50 Hz             |
| ● Tensión nominal   | 20 kV             |
| ● Tensión asignada (Uo/U)   | 12/20             |
| kV  |                   |
| ● Tensión más elevada (Um)  | 24 kV             |
| ● Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo                  | 125 kV            |
| ● Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial | 50 kV             |

### 1.5.2.2. Baja Tensión

- Clase de Corriente Alterna  
Trifásica
- Frecuencia 50 Hz
- Tensión nominal  
400/230V
- Tensión asignada cables 0,6/1  
kV

### 1.5.3. Descripción de la instalación de los centros de transformación

La ubicación de los centros de transformación se ha definido de forma que se sitúen repartidos por la zona a la que darán suministro.



*Imagen 3 Ubicación de los centros de transformación objeto del proyecto*

Los centros objeto del presente proyecto son instalaciones eléctricas de maniobra interior con fines de seccionamiento y distribución y transformación eléctrica.

Las dimensiones, la implantación de los equipos y el unifilar del centro se facilitan en el apartado Planos.

- El centro VIVIENDAS I dispondrá de un esquema con la siguiente tipología:
  - M.T.

- 3L2P
- POTENCIA
  - Un transformador 630 KVA 20KV / B2 a instalar para atender el suministro demandado por los clientes (posición 1).
  - Un transformador 630 KVA 20KV / B2 a instalar para atender el suministro demandado por los clientes (posición 2).
- BT
  - S.S.A.A. del centro
  - Dos cuadros con 16 salidas en total.
- El centro VIVIENDAS II dispondrá de un esquema con la siguiente tipología:
  - M.T.
    - 3L2P
  - POTENCIA
    - Un transformador 630 KVA 20KV / B2 a instalar para atender el suministro demandado por los clientes (posición 1).
    - Un transformador 630 KVA 20KV / B2 a instalar para atender el suministro demandado por los clientes (posición 2).
  - BT
    - S.S.A.A. del centro
    - Dos cuadros con 16 salidas en total.
- El centro LOCALES dispondrá de un esquema con la siguiente tipología:
  - M.T.
    - 2L2P
  - POTENCIA
    - Un transformador 400 KVA 20KV / B2 a instalar para atender el suministro demandado por los clientes (posición 1).
    - Un transformador 400 KVA 20KV / B2 a instalar para atender el suministro demandado por los clientes (posición 2).
  - BT
    - S.S.A.A. del centro
    - Dos cuadros con 16 salidas en total.
- El centro SALUD dispondrá de un esquema con la siguiente tipología:
  - M.T.
    - 2L1P

- POTENCIA
  - Un transformador 250 KVA 20KV / B2 a instalar para atender el suministro demandado por los clientes (posición 1).
- BT
  - S.S.A.A. del centro
  - Un cuadro con 8 salidas en total.

#### **1.5.4. Obra civil**

Los centros objeto de este proyecto serán de superficie con envolvente prefabricada de hormigón, modelo PFU-5 de la marca ORMAZABAL

El local para alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en la ITC-RAT 14 referentes a su situación, pasos y accesos, conductores y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones eléctricas.

El centro PFU-5 tiene unas dimensiones libres internas de;

- Longitud: 5,9 m
- Anchura: 2,2 m
- Altura: 2,36 m

Estas dimensiones permiten alojar las celdas correspondientes respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en ITC-RAT 14. Además, la anchura de los pasillos deberá ser la suficiente para permitir la maniobrabilidad e inspección de las instalaciones. La anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1 m.

Según ITC-RAT 14, la anchura mínima será:

- Pasillo de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado será de 1,0 m
- Pasillo de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados será de 1,2 m
- Pasillo de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado será de 0,8 m
- Pasillo de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados será de 1,0 m

En cualquier otro caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0 m y la de pasillos de inspección a 0,8 m.

Los anteriores valores deberán ser totalmente libres, es decir, medidos entre las partes salientes que pudieran existir, tales como mandos amovibles de aparatos, barandillas, etc.

El ancho libre del pasillo será al menos de 0,5 m cuando las partes móviles o las puertas abiertos de los equipos, interfieran en la ruta hacia la salida.

No se distribuirá ningún elemento en el suelo que pueda dificultar el paso. No existirá ningún elemento no protegido sobre los pasillos a una altura inferior a 272 cm.

El centro no tendrá ningún elemento bajo tensión no protegido accesible a personas.

El centro estará construido de tal manera que su interior constituya una superficie equipotencial.

El material empleado en puertas y tapas de acceso de materiales y de personas, rejillas de ventilación, bastidores, soportes de cables, perfiles, marcos, etc. cumplirá lo especificado en la norma NI 50.20.03 “Herrajes, puertas, tapas, rejilla y escaleras para centros de transformación”.

Las dimensiones, accesos, así como la ubicación de las celdas y los distintos equipos se indican en los planos correspondientes (ver apartado 5 del presente proyecto).

Los transformadores existentes están protegidos con una defensa de malla. La malla es consistente y tendrá como mínimo un grado de protección IP1x, según la UNE 20.0324.

El acceso está restringido al personal de i-DE y se realiza a través de una cerradura normalizada.





#### **1.5.4.1. Foso de recogida de aceite**

Según ITC-RAT 14 apartado 5.1.a), si se utilizan transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco para el volumen total de líquido dieléctrico.

En dicho foso se dispondrán cortafuegos tales como cantos rodados de aproximadamente 5 cm de diámetro, chapa metálica perforada con taladros de 12 mm de diámetro, etc.

Este foso tiene una doble función:

- minimizar el daño del fuego limitando la propagación del incendio a otras partes de la instalación o al exterior de esta.
- prevenir el vertido de aceite hacia el exterior evitando la contaminación del medio ambiente.

#### **1.5.4.2. Paso de cables desde exterior. Recorrido interior de cables**

El sellado de las penetraciones de cables se realizará con pasamuros estancos para cuya instalación no se precisará piezas adicionales en el momento del tendido de dichos cables.

El pasamuros, de forma general, dispondrá de placas de retención para cada hilera de cables que permitirán distribuir la presión del apriete a lo largo del bastidor y una placa de compresión en la última hilera de bloques que transmitirá la presión del tornillo de apriete sobre los bloques pasacables asegurando así la estanqueidad adecuada.

Los pasamuros permitirán el paso de los cables de los electrodos de puesta a tierra general y del neutro de baja tensión.

Las canalizaciones interiores de cables tendrán una pendiente aproximada del 2% hacia las entradas de cables y cumplirán lo dispuesto en el apartado 5 del ITC-RAT 05.

Para los cables de SS.AA., telegestión, control y comunicaciones se utilizará tubo flexible corrugado grapado directamente a la pared, bandejas metálicas ancladas a la misma o canaletas de material aislante con un grado mínimo de protección IK 07 según UNE-EN 50102.

### **1.5.5. Instalación eléctrica de los centros de transformación**

#### **1.5.5.1. Características de las líneas de media tensión**

La tensión nominal de las líneas de media tensión es de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

Las líneas de MT se detallan en el apartado correspondiente del presente proyecto.

#### **1.5.5.2. Características de las líneas de baja tensión**

Las líneas de BT se detallan en el apartado correspondiente del presente proyecto.

### 1.5.5.3. Celdas de media tensión

#### 1.5.5.5.1. Características eléctricas

Las celdas serán de envolvente prefabricada metálica según norma UNE-EN 62271-200 para instalación interior cuyas características se describen a continuación:

Tabla 7 Características eléctricas de las celdas del CT

Tensión asignada	24 kV
Tensión soportada entre fases y entre fases y tierra (a frecuencia industrial de 50 Hz y 1 minuto)	50 kV eficaces
Tensión soportada entre fases y entre fases y tierra (a impulso tipo rayo)	125 kV cresta
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A
Intensidad asignada en ruptofusibles	200 A
Intensidad nominal admisible de corta duración (1s)	12,5 kA eficaces
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible (2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración)	31,25 kA cresta

#### 1.5.5.5.2. Características funcionales

El dieléctrico utilizado como medio de aislamiento y extinción será SF6, excepto en el caso de interruptor automático con corte en vacío.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos.

- Compartimento de aparellaje
- Compartimento del juego de barras
- Compartimento de conexión de cables
- Compartimento de mandos
- Compartimento de baja tensión

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección corrosiva.

Los grados de protección mínimos de la envolvente serán:

- IP3X según UNE-EN 60529
- IK08 según UNE-EN 50102

El embarrado general de las celdas se construirá con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo. Estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar. El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

El diseño de las celdas en caso de un eventual arco interno garantizará la protección del operario frente a la salida de gases e impedirá la incidencia de estos en los cables de media y baja tensión.

Asimismo, la envolvente debe presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior, además de la protección contra daños mecánicos y de arco debidos a defecto interno.

Las celdas están dotadas de, al menos, los siguientes enclavamientos:

- el interruptor-seccionador y los seccionadores de puesta a tierra no podrán estar cerrados simultáneamente.
- no se permitirá el acceso a las zonas normalmente en tensión si no está cerrado el seccionador de puesta a tierra.

Los mandos de la aparatamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación.

#### **1.5.5.4. Características dimensionales máximas**

- Altura: 1.900 mm
- Profundidad: 800 mm
- Anchura: 480 mm

#### **1.5.5.5. Tipos de celdas**

Atendiendo a su funcionalidad distinguimos entre celdas:

- Función de línea (L).- Se utiliza para la maniobra de entrada o salida de los cables que forman el circuito de alimentación a los centros de transformación.
- Función de protección de transformador (P).- Se utiliza para la conexión y desconexión del transformador y para su protección, realizándose esta última mediante fusible limitador.

##### **1.5.5.5.1. Función de línea (L)**

Características eléctricas:

- Juego de barras tripolar.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.
- Interruptor-seccionador de 24 kV, 400 A, 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra de 24 kV, 630 A, 16 kA.

- Tres (3) divisores capacitivos de presencia de tensión de 24 kV y tres (3) indicadores de presencia de tensión mediante señales luminosas según UNE-EN 62271-206.
- Dispositivo de señalización local del estado de los elementos móviles.

#### **1.5.5.5.2. Función de protección del transformador (P)**

Características eléctricas:

- Juego de barras tripolar.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.
- Interruptor-seccionador de 24 kV, 400 A, 16 kA.
- Tres cartuchos fusibles limitadores FLA-P 24/63 NI 75.06.31 (trafo 1).
- Tres cartuchos fusibles limitadores FLA-P 24/63 NI 75.06.31 (trafo 2).
- Seccionador de puesta a tierra de 24 kV, 400 A, 16 kA.
- Tres (3) divisores capacitivos de presencia de tensión de 24 kV y tres (3) indicadores de presencia de tensión mediante señales luminosas según UNE-EN 62271-206.
- Dispositivo de señalización local del estado de los elementos móviles.
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Bobina de disparo.

### **1.5.6. Características de la aparamenta**

#### **1.5.6.1. Interruptor automático**

Cumplirá con lo establecido en la norma UNE 62271-100 y complementariamente con lo que a continuación se indica:

- Dispondrá de un dispositivo que indique su estado y tensado de muelles, así como un contador de maniobras, sin puesta a cero.
- Accionamiento eléctrico. Ciclo de maniobras. 0 – 0, 3s – CO – 1mín – CO.
- Tiempo máximo para el tensado de resortes: 15 s.
- Accionamiento manual de carga de muelles.
- Accionamiento de emergencia de apertura.
- Dispositivo de enclavamiento mecánico del sistema de accionamiento eléctrico

### 1.5.6.2. Interruptor-seccionador

Cumplirá con lo establecido en la norma UNE-EN 62271-103.

Serán de uso general de Clase E2 y estarán diseñados de forma que en la posición de apertura no pueda circular ninguna corriente de fuga peligrosa entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado del aparato.

Tendrá las siguientes características eléctricas:

Tabla 8 Características del interruptor-seccionador

Tensión asignada [kV]	Corriente asignada [A]	Corriente admisible asignada de corta duración (valor eficaz) [kA]	Poder de cierre asignado sobre cortocircuito (valor de cresta)		Uso general Clase E2		Poder de asignado con cables en vacío		Poder de corte en caso de falta a tierra		
			Nº maniobras	[kA]	Nº maniobras	[A]	Nº maniobras	[A]	Nº maniobras	[A]	Con cables en vacío [A]
24	200 ó 400	16	3	40	30	400	10	16	10	50	16

### 1.5.6.3. Seccionador y seccionador de puesta a tierra

Cumplirá con lo establecido en la norma UNE EN 62271-102.

Serán de clase B. La maniobra de cierre de los seccionadores de puesta a tierra será del tipo de “maniobra con acumulación de energía” o “maniobra manual independiente”.

Tendrá las siguientes características eléctricas:

Tabla 9 Características del seccionador y seccionador de puesta a tierra

Tensión asignada [kV]	Corriente admisible asignada de corta duración (valor eficaz) [kA]	Poder de cierre asignado sobre cortocircuito (valor de cresta)		Uso general Clase E2		Poder de asignado con cables en vacío		Poder de corte en caso de falta a tierra		
		Nº maniobras	[kA]	Nº maniobras	[A]	Nº maniobras	[A]	Nº maniobras	[A]	Con cables en vacío [A]
24	16	3	40	30	400	10	16	10	50	16

En la función de protección transformador, se dispondrá de dos seccionadores de puesta a tierra accionados por un mismo mando, que pondrá a tierra ambos extremos del cartucho fusible.

### 1.5.3. Fusibles limitadores de corriente

Los cartuchos fusibles limitadores asociados de 24 kV utilizados para la protección de transformadores en centros de transformación hasta 36 kV cumplirán con lo prescrito en la norma UNE-EN 60282-1 y complementariamente con NI 75.06.31.

### 1.5.7. Transformadores

Los centros VIVIENDAS I y VIVIENDAS II contarán con 2 transformadores, que prestarán suministro en BT a los clientes de la zona y alimentarán los SS.AA. del centro.

Cumplirán con lo establecido en la norma NI 72.30.00 y se denominarán:

- Trafo I: TC-630/24/20 B2-K-PE NI 72.30.00.
- Trafo II: TC-630/24/20 B2-K-PE NI 72.30.00.

El neutro será accesible en baja tensión.

Sus características eléctricas principales se resumen a continuación:

*Tabla 10 Características eléctricas "CT VIVIENDAS I" Y "CT VIVIENDAS II"*

Potencia nominal Trafo I	630 kVA
Potencia nominal Trafo II	630 kVA
Tensión nominal primaria	20 kV
Regulación en el primario	$\pm 2,5\% / \pm 5\% / \pm 7,5\% / \pm 10\%$
Tensión nominal secundaria en vacío	420 V (B2)
Tensión de cortocircuito	4%
Grupo de conexión	Dyn11
Nivel de aislamiento a tensión de ensayo de onda de choque 1,2/50 s	125 kV
Nivel de aislamiento a tensión de ensayo a 50 Hz, 1 minuto	50 kV
Dimensiones máximas del transformador (630 kVA):	Longitud 1.505 mm Anchura: 915 mm Altura: 1.715 mm Masa: 2.0600 kg

El nivel de potencia acústica máximo será de 52 db(A)

El centro LOCALES contará con 2 transformadores, que prestarán suministro en BT a los clientes de la zona y alimentarán los SS.AA. del centro.

Cumplirán con lo establecido en la norma NI 72.30.00 y se denominarán:

- Trafo I: TC-400/24/20 B2-K-PE NI 72.30.00.
- Trafo II: TC-400/24/20 B2-K-PE NI 72.30.00.

El neutro será accesible en baja tensión.

Sus características eléctricas principales se resumen a continuación:

*Tabla 11 Características eléctricas "CT LOCALES"*

Potencia nominal Trafo I	400 kVA
Potencia nominal Trafo II	400 kVA
Tensión nominal primaria	20 kV
Regulación en el primario	$\pm 2,5\% / \pm 5\% / \pm 7,5\% / \pm 10\%$
Tensión nominal secundaria en vacío	420 V (B2)
Tensión de cortocircuito	4%
Grupo de conexión	Dyn11
Nivel de aislamiento a tensión de ensayo de onda de choque 1,2/50 s	125 kV
Nivel de aislamiento a tensión de ensayo a 50 Hz, 1 minuto	50 kV
Dimensiones máximas del transformador (400 kVA):	Longitud 1.195 mm Anchura: 881 mm Altura: 1.610 mm Masa: 1.590 kg

El nivel de potencia acústica máximo será de 52 db(A)

El centro SALUD contará con un transformador, que prestarán suministro en BT a los clientes de la zona y alimentarán los SS.AA. del centro.

Cumplirán con lo establecido en la norma NI 72.30.00 y se denominarán:

- Trafo I: TC-230/24/20 B2-K-PE NI 72.30.00.

El neutro será accesible en baja tensión.

Sus características eléctricas principales se resumen a continuación:

Tabla 12 Características eléctricas "CT SALUD"

Potencia nominal Trafo I	230 kVA
Tensión nominal primaria	20 kV
Regulación en el primario	$\pm 2,5\%$ / $\pm 5\%$ / $\pm 7,5\%$ / $\pm 10\%$
Tensión nominal secundaria en vacío	420 V (B2)
Tensión de cortocircuito	4%
Grupo de conexión	Dyn11
Nivel de aislamiento a tensión de ensayo de onda de choque 1,2/50 s	125 kV
Nivel de aislamiento a tensión de ensayo a 50 Hz, 1 minuto	50 kV
Dimensiones máximas del transformador (230 kVA):	Longitud 1195 mm Anchura: 860 mm Altura: 1500 mm Masa: 1.090 kg

El nivel de potencia acústica máximo será de 52 db(A)

#### 1.5.7.1. Accesorios

- Placa de características
- Ruedas: dispondrán de ruedas sin pestaña, orientables en dos direcciones y perpendiculares para desplazamientos longitudinales y transversales. El material de las ruedas será de fundición de acero.

#### 1.5.7.2. Pasatapas

Los pasatapas de alta tensión serán del tipo enchufable, y cumplirán las especificaciones de la norma NI 72.83.00.

Los pasatapas de baja tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 50386 y UNE 21428-1. Los transformadores se suministrarán con la pieza plana de acoplamiento (pala).

#### 1.5.7.3. Líquido aislante

El aceite para utilizar para el llenado del transformador cumplirá con lo indicado en la norma UNE 21428-1, será del tipo U y cumplirá la NI 06.00.01.

La cantidad de líquido aislante será como máximo de 600 litros.

#### 1.5.7.4. Conexión en el lado de media tensión

La conexión eléctrica entre la celda y el transformador se realizará con cable unipolar seco de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1 (AS), siendo la tensión



asignada del cable de 12/20 kV. Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales rectos o acodados de conexión sencilla.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en NI 56.43.01 "Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 18/30 kV".

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A.

Las especificaciones técnicas de los terminales están recogidas en NI 56.80.02 "Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco".

#### **1.5.7.5. Conexión en el lado de baja tensión**

La conexión eléctrica del transformador y su cuadro de BT correspondiente se debe realizar con cable unipolar de 240 mm<sup>2</sup> de sección, con conductor de aluminio tipo XZ1 (S)-Al y de 0,6/1 kV, especificados en la norma NI 56.37.01 "Especificación particular Cables unipolares XZ1-Al con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre de 3 por fase y 2 para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales monometálicas (de uso bimetalico) tipo CTPT-150/240 o tipo TMC-240, especificados en NI 56.88.01 "Especificación particular-Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas e 0,6/1 kV".

La interconexión deberá ir sujeta de forma que no se transmitan esfuerzos en las bornas del transformador.

#### **1.5.7.6. Puesta a tierra del transformador**

Para la línea de tierra de servicio, para conectar el neutro de BT con la caja de seccionamiento de servicio se empleará cable aislado de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

#### **1.5.7.7. Protecciones del transformador**

La protección en MT del transformador se realiza utilizando una celda de protección mediante un interruptor-seccionador con fusibles combinados de 63 para los centros VIVIENDAS I y VIVIENDAS II, con fusibles combinados de 40 para el centro LOCALES y fusibles combinados de 23 para el centro SALUD.

#### **1.5.7.8. Cuadro de Distribución de BT**

Los centros VIVIENDAS I, VIVIENDAS II y LOCALES cuentan con 2 cuadros con 16 salidas en total.

El centro SALUD cuenta con 1 cuadro con 8 salidas en total.

#### **1.5.7.9. Automatización, telegestión y comunicaciones**

Los equipos para la automatización de red, telegestión y comunicaciones se instalarán como se especifica en el MT 3.51.20 “Especificaciones Particulares para Sistemas de Telegestión y Automatización de Red. Instalación en Centros de Transformación”.

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

Las instalaciones de puesta a tierra estarán constituidas por uno o varios electrodos enterrados y por las líneas de tierra (tierras interiores) que conecten dichos electrodos a los elementos que deben quedar a tierra.

Las tierras interiores del centro tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

Las puestas a tierras se revisarán periódicamente en el plan de mantenimiento de la compañía distribuidora.

Para las nuevas conexiones de los elementos objeto del presente proyecto se tendrán en cuenta las siguientes características:

##### **1.5.7.10.1 Tierras interiores. Tierra de protección**

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas: suelo técnico (si es metálico), herrajes, masas de los circuitos de MT y BT, pantallas de protección contra contactos directos, pantallas de conductores y armaduras metálicas de la solera. Cualquier armario metálico instalado.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras general.

Los elementos que se conecten con la caja de seccionamiento del sistema de puesta a tierra de protección se empleará cable desnudo de aleación de aluminio D 56.

Estos cables irán sujetos a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento.

#### **1.5.7.10.2 Tierras interiores. Tierra de servicio**

Para conectar el neutro de BT con la caja de seccionamiento de servicio se empleará cable aislado de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

#### **1.5.7.10.3 Cajas de seccionamiento de tierras y caja de unión de tierras**

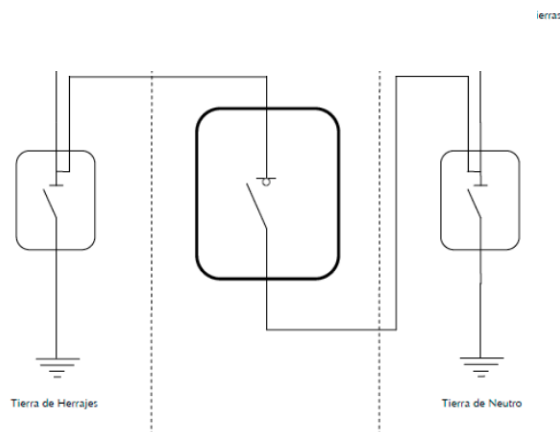
Las cajas de seccionamiento de tierras se componen de una envolvente que contiene en su interior un puente de tierras fabricado con pletinas de cobre o aluminio de 20x3 mm. Las cajas dispondrán de una pletina seccionable accionada por dos tornillos. El citado puente de tierra descansará en un zócalo aislante de poliéster con fibra de vidrio. La tapa será transparente. El conjunto deberá poseer un grado de protección IP 54 e IK 08 según las normas UNE-EN 60529 y UNE-EN 50102 respectivamente y el nivel de aislamiento será de 20 kV cresta a onda de impulso tipo rayo y 10 kV eficaces en ensayo de corta duración a frecuencia industrial.

Cada uno de los dos sistemas de puesta a tierra estará conectado a una caja de seccionamiento independiente. En el caso que existan dos transformadores, cada neutro de BT se conectará a su correspondiente caja de seccionamiento.

Las cajas de seccionamiento de las tierras protección y servicio estarán separadas entre sí a una distancia mínima aproximada de 1 m.

La caja de unión de tierras permite unir o separar los electrodos de tierra protección y tierra de servicio y debe reflejar de forma permanente la situación de explotación normal,

Figura 1 Extraído de la MT 2.11.33



en este caso con tierras separadas según lo especificado en el apartado 2 “Cálculos”.El esquema de interconexión de la caja de unión de tierras se muestra en la siguiente figura.

Para unir los dos sistemas de puesta a tierra con la caja de unión de tierras, se emplearán cables unipolares de aluminio aislados de 16 mm<sup>2</sup> de sección como mínimo.

El conjunto de cajas de seccionamiento de tierra (protección-servicio) y caja de interconexión de tierras, podrá ir ubicado en una única envolvente, conteniendo dos o las tres partes del conjunto, en función de las características de la instalación. El conjunto cumplirá las mismas características eléctricas y mecánicas que a nivel individual y las especificaciones necesarias para las instalaciones de i-DE.

#### 1.5.7.11. Alumbrado interior

El centro dispondrá de alumbrado normal y será el necesario para una suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro, el nivel medio será como mínimo de 150 lux. Por otra parte, tanto en la zona de maniobra y control como en el/los compartimento/s del/de los transformador/es para la observación del/los mismo/s deberán quedar suficientemente iluminadas para garantizar la seguridad de las maniobras en servicio.

El aparato será de tipo luminaria y desmontable sin necesidad de herramienta.

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de tal forma que su accionamiento no presente peligro por su proximidad a la alta tensión y preferentemente dispondrá de un piloto que indique su presencia.

El cableado se efectuará con cable flexible de 1 x 2,50 mm<sup>2</sup> según la Norma NI 56.10.00. La canalización se efectuará con canaletas que cumplan con UNE-EN 60707, calidad V-

O. Se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

#### **1.5.7.12. Protección contra incendios**

De acuerdo con apartado 5.1 de ITC-RAT 14, se deberán cumplir las disposiciones reguladoras de la protección contra incendio en los establecimientos industriales en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y en particular sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en ITC-RAT 14 y afecten a la edificación.

Además, conforme al citado apartado 5.1 de ITC-RAT 14 se adoptarán las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del aceite en fosos colectores.

b) Sistemas de extinción.

o Extintores móviles:

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, de acuerdo con los niveles que se establecen en B.2).

Debido a la existencia de un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de las instalaciones de la compañía, no será preciso instalar un extintor móvil, sin embargo, este personal itinerante deberá llevar como mínimo, dos extintores de eficacia 89B en sus vehículos.

o Sistemas fijos.

No será necesaria la instalación de un sistema fijo de extinción de incendios.

#### **1.5.4. Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de la instalación**

El centro se diseñará para minimizar en el exterior de la instalación los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos según lo indicado en el apartado 4.7 de ITC-RAT 14. En el RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se establecen los

valores máximos admisibles de campo magnético B, que será para el exterior de la instalación de 100  $\mu$ T.

#### **1.5.5. Limitación del nivel de ruido y vibraciones emitidos por la instalación**

La instalación tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitirá al exterior niveles sonoros superiores a los permitidos y los índices de ruido medidos en el exterior de esta se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el RD 1367/2007 por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Se deberán cumplir las exigencias de la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica y Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios y sus posteriores modificaciones, para los límites acústicos.

La compañía distribuidora en su proceso de homologación de materiales exige a los distintos suministradores de envolventes prefabricadas de hormigón que realicen el ensayo tipo recogido en el Anexo B de la norma UNE-EN 62271-202 donde se verifica que la envolvente atenúa el ruido emitido por el transformador de potencia, foco principal de ruido, a niveles aceptables.

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 2.1. Introducción

Los cálculos justificativos son una parte fundamental en el campo de la ingeniería eléctrica. Estos cálculos se utilizan para respaldar y validar el diseño y la operación segura de sistemas eléctricos. Los cálculos que se presentaran a continuación pueden incluir y determinar la capacidad de carga, la protección contra sobrecargas, la estabilidad del sistema y otros parámetros críticos.

Las aplicaciones de estos están orientado a los siguientes puntos.

- Diseño de sistemas de distribución de energía.
- Análisis de cortocircuitos y coordinación de protecciones.
- Determinación de la caída de tensión y pérdidas en el sistema.
- Cálculos manuales utilizando fórmulas y ecuaciones específicas para cada análisis.
- Uso de estándares y normativas de la industria para garantizar la precisión y la seguridad de los cálculos.

La importancia de los cálculos justificativos también será descrita por una serie de puntos.

- Garantizan la seguridad de las instalaciones eléctricas y previenen daños a equipos y personas.
- Optimizan la eficiencia y confiabilidad del sistema eléctrico.
- Ayudan en la toma de decisiones informadas durante el diseño y la operación del sistema.

Los cálculos justificativos son esenciales en la ingeniería eléctrica para garantizar un diseño y operación seguros y eficientes.

### 2.2. Estudio de cargas de la red existente y su modificación.

Previo a los cálculos para la ampliación de la red existente, se comprueba que la caída de tensión en los dos puntos de conexión, CT Existente I y CT Existente II, desde su origen en la ST Los Montesinos es del 2.5%. Tras la ampliación objeto del proyecto, la caída de tensión hasta el CT Locales (considerado punto de mínima tensión), es inferior al 5%.

U = Tensión compuesta [kV] = 20 kV

I = Intensidad corregida [A] = 200 A

L = Longitud hasta CT Existente I [km] = 8 km

= Longitud hasta CT Existente II [km] = 8.2 km

R = Resistencia del conductor [/km a la temperatura de servicio]=  
0,169Ω/km

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en [Ω/km] = 0,105 Ω/km  
cos φ = Factor de potencia = 0,9

La potencia por transportar, en función de la intensidad, se determinará por la siguiente fórmula:

$$P = I \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi)$$

El cálculo de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

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

$$\% \Delta U_{CT \text{ existente I}} = 2,47$$

$$\% \Delta U_{CT \text{ existente II}} = 2,53$$

### 2.3. Previsión de potencias

El cálculo de la previsión de potencias se ha realizado en base a la normativa específica según la ITC-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### 2.3.1. Previsión de potencias en los edificios destinados a viviendas

Según el REBT, la carga correspondiente a un conjunto de viviendas se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 1 del REBT ITC-10, según el número de viviendas y no será inferior a 5.750W en viviendas de electrificación básica ni 9.200W en viviendas de electrificación elevada.

Para los servicios generales de dichos edificios se considerará como potencia prevista la suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado del portal, caja de escalera y espacios comunes en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (factor de simultaneidad = 1).

Para los garajes de dichos edificios se calculará la potencia considerando un mínimo de 20W por metro cuadrado y planta considerando que presentan ventilación forzada, con un mínimo de 3.450W a 230V y coeficiente de simultaneidad 1.

Para el alumbrado de viales y jardines de los exteriores alrededor de estas viviendas, se ha realizado una estimación de potencia en base a la cantidad y a la superficie a iluminar.



A continuación, se presentarán las tablas con los datos previamente obtenidos para la previsión de potencia en cada construcción, específicamente en viviendas I, II.

*Tabla 13 Previsión de potencias para "VIVIENDAS I"*

PREVISIÓN DE POTENCIAS VIVIENDAS I					
Denominación	Número	Superficie	Potencia Unitaria		Potencia Total
Viviendas E.B.	192		5750	W	1104 KW
Servicios generales	16		7500	W	120 KW
Garajes	6	219,84	20	W/M2	439,68 KW
Alumbrado de viales	3		20000	W	60 KW
				TOTAL	1723,68 KW

*Tabla 14 Previsión de potencias para "VIVIENDAS II"*

PREVISIÓN DE POTENCIAS VIVIENDAS II					
Denominación	Número	Superficie	Potencia Unitaria		Potencia Total
Viviendas E.E.	70		9200	W	644 KW
Viviendas E.B.	210		5750	W	1207,5 KW
Servicios generales	14		7500	W	105 KW
Garajes	6	214	20	W/M2	428 KW
Equipamiento Social	1	530	100	W/M2	5,3 KW
Equipamiento Juvenil	1	10094	5	W/M2	50,47 KW
Jardines		5034	100/30	W/M2	167,8 KW
Alumbrado de viales	3		20000	W	60 KW
				TOTAL	2668,07 KW

### **2.3.2. Previsión de potencias en los locales comerciales**

Según el REBT, se calculará la potencia correspondiente de los locales comerciales considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450W a 230V y coeficiente de simultaneidad 1.

A continuación, se presentarán las tablas con los datos previamente obtenidos para la previsión de potencia en cada construcción, específicamente en locales comerciales.

Tabla 15 Previsión de potencias para LOCALES"

PREVISIÓN DE POTENCIAS LOCALES						
Denominación	Número	Superficie	Potencia Unitaria		Potencia Total	
Locales	17	350 m <sup>2</sup>	100	W	595	KW
				TOTAL	595	KW

Con todos los valores en función a las previsiones cargas se calcula la potencia total para cada uno de ellos y la potencia prevista, tomando en cuenta valores constantes como el coeficiente de simultaneidad, el factor de potencia, entre otros, dando como resultado el número de CT'S requeridos por zonas.

Para el cálculo de los CT's requeridos para dar suministro a las viviendas y locales se requiere calcular la carga total en la red proyectada. Según la MT 2.03.20, una vez calculada la previsión de cargas según lo establecido en la ITC-BT-10 del REBT se calcula la incidencia de la potencia solicitada en BT respecto a los centros de transformación, siendo la potencia de los centros de transformación:

$$S_{CT} \text{ (kVA) en viviendas} = \frac{\sum P_s(\text{kW}) \times 0,4}{0,9}$$

$$S_{CT} \text{ (kVA) en comercios} = \frac{\sum P_s(\text{kW}) \times 0,6}{0,9}$$

Una vez conocida la potencia de los centros de transformación y la potencia de los transformadores a instalar, se calcula el número de transformadores necesarios para cubrir la demanda para un correcto reparto de las cargas y equilibrio de la instalación.

Tabla 16 Cálculo del número de transformadores para "CT VIVIENDAS I"

CÁLCULO DEL NÚMERO DE TRANSFORMADORES PARA CT VIVIENDAS I		
Potencia Total	1723,68	KW
Potencia Prevista	689,472	KW
Coef. Simultaneidad	0,4	
Factor de Potencia	0,9	
S (Potencia CT KVA)	766,08	KVA
N.º Transformadores Calculado	2	Ud
Potencia del trafo	400	KVA
N.º Transformadores Definitivo	2	Ud
N.º CGP MIN	7	Ud
N.º CGP ADOPADO	8	Ud

Tabla 17 Cálculo del número de transformadores para "CT VIVIENDAS II"

CÁLCULO DEL NÚMERO DE TRANSFORMADORES PARA CT VIVIENDAS II		
Potencia Total	2668,07	KW
Potencia Prevista	1067,23	KW
Coef. Simultaneidad	0,4	
Factor de Potencia	0,9	
S (Potencia CT KVA)	1185,81	KVA
N.º Transformadores Calculado	2	Ud
Potencia del trafo	630	KVA
N.º Transformadores Definitivo	2	Ud
N.º CGP MIN	11	Ud
N.º CGP ADOPADO	14	Ud

Tabla 18 Cálculo del número de transformadores para "CT LOCALES"

CÁLCULO DEL NÚMERO DE TRANSFORMADORES CT LOCALES		
Potencia Total	595	KW
Potencia Prevista	357	KW
Coef. Simultaneidad	0,6	
Factor de Potencia	0,9	
S (Potencia CT KVA)	396,67	KVA
N.º Transformadores Calculado	2	Ud
Potencia del trafo	400	KVA
N.º Transformadores Definitivo	2	Ud
N.º CGP MIN	6	Ud
N.º CGP ADOPADO	8	Ud

Para recopilar todos los datos, se muestra un resumen a continuación de los CT'S en cada área. En este cuadro se complementa con la configuración que requiere y el tipo de compañía estándar.

Tabla 19 Resumen de las configuraciones de los CT's adoptadas

RESUMEN DE CT'S			
	Configuración	KVA	Tipo
CT SALUD	1x250	250	Compañía
CT LOCALES	400+400	800	Compañía
CT VIVIENDAS I	630+630	1260	Compañía
CT VIVIENDAS II	400+400	800	Compañía

#### 2.4. Recorrido

En este apartado de cálculos, se ilustra de manera textual el número de metros lineales de recorrido que tiene cada línea entre un punto a otro, esto dará como resultado el total de la longitud entre ambas fuentes de alimentación lo cual permitirá estimar cuantos metros de cable se necesita, la cantidad de metros cúbicos de excavación en la zona para las zanjas, las tuberías, entre otros materiales utilizados para la construcción de la red. A su vez, con la cantidad de obra obtenida, se conocerá también el presupuesto para la ejecución del proyecto.

Tabla 20 Recorridos entre tramos para CT's

RECORRIDOS ENTRE TRAMOS PARA CT'S MEDIA TENSIÓN			
(CT EXISTENTE II) (CT VIVIENDAS I)	472,01	m	Línea 1
(CT VIVIENDAS I) (CT LOCALES)	330,15	m	Línea 1
(CT LOCALES) (CT SALUD)	317,78	m	Línea 2
(CT SALUD) (CT VIVIENDAS II)	125,05	m	Línea 2
(CT EXISTENTE I) (CT VIVIENDAS II)	370,48	m	Línea 2

Tabla 21 Recorridos entre tramos para CGP del "CT VIVIENDAS I"

RECORRIDOS ENTRE TRAMOS PARA CGP BAJA TENSIÓN			
PARCELA CT VIVIENDAS I			
(CT VIVIENDAS I) (CGP VI1)	54,4	m	Línea 3
(CGP VI1) (CGP VI2)	26,53	m	Línea 3
(CGP VI2) (CGP VI3)	63,06	m	Línea 3
(CGP VI3) (CGP VI4)	30,78	m	Línea 3
(CGP VI4) (CGP VI5)	85,51	m	Línea 4
(CGP VI5) (CGP VI6)	21,48	m	Línea 4
(CGP VI6) (CGP VI7)	52,53	m	Línea 4
(CGP VI7) (CGP VI8)	31,3	m	Línea 4
(CGP VI8) (CT VIVIENDAS I)	60,45	m	Línea 4

Tabla 22 Recorridos entre tramos para CGP del "CT VIVIENDAS II"

RECORRIDOS ENTRE TRAMOS PARA CGP BAJA TENSIÓN			
PARCELA CT VIVIENDAS II			
(CT VIVIENDAS II) (CGP VII1)	13,23	m	Línea 1
(CT CGP VII1) (CGP VII2)	26,3	m	Línea 1
(CT CGP VII2) (CGP VII3)	26,6	m	Línea 1
(CT CGP VII3) (CGP VII4)	21,86	m	Línea 1
(CT CGP VII4) (CGP VII5)	128,47	m	Línea 1
(CT CGP VII5) (CGP VII6)	25,86	m	Línea 1
(CT CGP VII6) (CGP VII7)	11,54	m	Línea 1
(CT CGP VII7) (CGP VII8)	56,7	m	Línea 1
(CT CGP VII8) (CGP VII9)	38,73	m	Línea 2
(CT CGP VII9) (CGP VII10)	57,77	m	Línea 2
(CT CGP VII10) (CGP VII11)	57,23	m	Línea 2
(CT CGP VII11) (CGP VII12)	38,67	m	Línea 2
(CT CGP VII12) (CGP VII13)	29,55	m	Línea 2
(CT CGP VII6) (CGP VII13)	25,81	m	Línea 1
(CT CGP VII13) (CGP VII14)	20,59	m	Línea 2
(CT CGP VII14) (CT VIVIENDAS II)	116,93	m	Línea 2

Tabla 23 Recorridos entre tramos para CGP del "CT LOCALES"

RECORRIDOS ENTRE TRAMOS PARA CGP BAJA TENSIÓN			
---	--	--	--

PARCELA CT LOCALES			
(CT LOCALES) (CGP L11)	65,42	m	Línea 5
(CGP L1) (CGP L2)	40,49	m	Línea 5
(CGP L2) (CGP L3)	40,01	m	Línea 5
(CGP L3) (CGP L4)	62,9	m	Línea 5
(CGP L4) (CGP L5)	33,31	m	Línea 5
(CGP L5) (CGP L6)	61,6	m	Línea 6
(CGP L6) (CGP L7)	33,29	m	Línea 6
(CGP L7) (CGP L8)	63,77	m	Línea 6
(CGP L8) (CGP L9)	43,06	m	Línea 6
(CGP L9) (CT LOCALES)	60,74	m	Línea 6

Todos estos datos fueron recopilados mediante el trazado y plasmado en los planos de emplazamiento. Se sustrajeron los valores acotados en dicho plano para sacar la cantidad de metros lineales correspondientes a cada tramo.

Esto representa los metros lineales de recorrido de las líneas, partiendo desde cada CT hasta las CGP (Caja General De Protección) donde se distribuyen a su conjunto correspondiente, completando el recorrido de toda la parcela.

Para las zonas se enumeró cada una de ella partiendo de cada parcela, cada parcela se divide en varias secciones que se le denominó zona, cada zona tiene un número determinado de usuarios donde se distribuyeron equitativamente de acuerdo con la cantidad de usuarios por parcela de acuerdo a los datos iniciales de la previsión de cargas. Cada caja general de protección se conecta con dos o tres zonas en simultaneo donde el número de usuarios se suma para dar un total de usuarios general para esa CGP.

Las CGP se identifica con nombres dado sus iniciales como por ejemplo CGP VI 1 identificada en el plano lo que significa (Caja General de protección Viviendas 1 número 1) el primer término define que es una caja de general de protección, el segundo término identifica a que vivienda pertenece y el tercer término que es un número corresponde a la secuencia de las CGP.

## 2.5. Cálculos justificativos línea subterránea de media tensión

Se tomarán las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección anteriormente indicados y recogidos en UNE 211435.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad máxima admisible por el cable. La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable.
- b) Caída de tensión.
- c) Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

### 2.5.1. Intensidades máximas permanentes en los conductores

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la siguiente Tabla:

*Tabla 24 Intensidades máximas permanentes en los conductores \*Extraído de Tabla 2 UNE 211435*

Tipo de aislamiento	Temperatura máxima admisible en el conductor	
	Régimen permanente	Régimen de Cortocircuito (máximo 5 s de duración)
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR) U <sub>0</sub> /U < 18/30 kV	105	250

### 2.5.2. Coeficientes de corrección de la intensidad admisible

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de la instalación, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de las condiciones tipo, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la Tabla 24.

Los factores de corrección aplicables serán función de la temperatura, resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

### 2.5.3. Cables entubados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C

Tabla 25 Temperatura del terreno en cables soterrados. Extraído de Tabla A.5 de UNE 211435

Temperatura °C en servicio permanente	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

### 2.5.4. Cables entubados en terreno de resistividad térmica distinta de 1,5 k.m/W

Tabla 26 Resistividad térmica del terreno. Extraído de Tabla A.6 de UNE 211436

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Resistividad térmica del terreno K.m/W						
	0,80	0,90	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
300	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

### 2.5.5. Cables entubados en zanja para profundidades de instalación distintas de 1 m

Tabla 27 Profundidades de instalación. Extraído de Tabla A.7 de UNE 211435

Profundidad (m)	En tubular	
	≤185	> 185
0,60	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96

### 2.5.6. Intensidades de cortocircuito máximas admisibles en los conductores

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la norma UNE 21192.



Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y como temperatura final la de cortocircuito de duración inferior a 5 segundos > 250 °C, tal como se indica en la tabla 3. La diferencia entre ambas temperaturas es . En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

En donde:

$I_{cc}$  = corriente de cortocircuito [A]

$S$  = sección del conductor [mm<sup>2</sup>]

$K$  = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito

$t_{cc}$  = duración del cortocircuito [segundos]

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de  $t_{cc}$  distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior.  $K$  coincide con el valor de intensidad tabulado para  $t_{cc}= 1s$ .

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial ( $i$ ) diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente ( $s$ ), basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$F = \sqrt{\frac{\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_f + \beta}\right)}{\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_s + \beta}\right)}}$$

donde  $\beta$  es 228 para el aluminio.

En la Tabla 28 se indica la intensidad máxima de cortocircuito para el cable escogido en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tabla 28 Intensidad máxima de cortocircuito para el conductor en función de la duración del cortocircuito.  
Extraído de tabla B.3 de UNE 211435

[°C]	SECCION [mm <sup>2</sup> ]	DURACION DEL CORTOCIRCUITO [s]			
		0,2	0,5	1	2
145	150	30,10	19,10	13,60	9,70
	240	48,05	30,50	21,65	15,40
	400	80,00	50,75	36,00	25,55

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la norma UNE 21192.

### 2.5.7. Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas

Las intensidades de cortocircuito máximas admisible en las pantallas de los cables de aislamiento seco varían de forma notable con el diseño del cable. Esta variación depende del tipo de cubierta, del diámetro de los hilos de pantalla, de la colocación de estos hilos, etc.

En la Tabla 29 se indican las intensidades máximas admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito. Los valores de esta tabla corresponden a un cable con las siguientes características:

- Pantallas de alambres de cobre 16 mm<sup>2</sup>: 20x1mm(Ø)
- Cubierta exterior poliolefina (Z1).

Las temperaturas iniciales de las pantallas se suponen 20 °C inferiores a la temperatura de los conductores:

- Temperatura inicial pantalla: 85°C
- Temperatura final pantalla: 180°C

Tabla 29 Intensidad máxima admisible en la pantalla metálica en función de la duración del cortocircuito. Extraído de la Tabla 23 de MT 2.31.01

SECCION PANTALLA [mm <sup>2</sup> ]	DURACION DEL CORTOCIRCUITO [s]			
	0,2	0,5	1	2
16	4.38	2.87	2.12	1.59

Para otros casos, el cálculo será realizado siguiendo la norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la Norma UNE 21192. Los valores obtenidos no dependerán del tipo de aislamiento, ya que en el cálculo intervienen sólo las capas exteriores de la

pantalla. El dimensionamiento mínimo de la pantalla será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1.000 A durante 1 segundo.

### 2.5.8. Cables enterrados en zanja en el interior de tubos

A los efectos de determinar la intensidad admisible, se considerará preliminarmente una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30kV formada por un terno de cables unipolares directamente enterrado en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25°C y con una temperatura ambiente de 40°C.

Tabla 30. Extraído de Tabla A 4.2 de UNE 211435

Sección nominal de los conductores de Al (mm <sup>2</sup> )	Intensidad (A) 3 unipolares
150	255
240	345
400	450

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 este colocado en tubo central o periférico.

### 2.5.9. Potencia y caída de tensión

En el caso del tramo de línea objeto del presente proyecto los cálculos eléctricos son los siguientes:

- U = Tensión compuesta [kV] = 20 kV
- I = Intensidad corregida [A] = 311,05 A
- L = Longitud del tramo 1 [km] = 0,802 km  
= Longitud del tramo 2 [km] = 0,813 km
- R = Resistencia del conductor [/km a la temperatura de servicio] = 0,169 /km
- X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en [/km] = 0,105 /km
- cos φ = Factor de potencia = 0,9

La potencia por transportar, en función de la intensidad, se determinará por la siguiente fórmula:

$$P = I \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi = 9.697,58 \text{ kW}$$

El cálculo de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

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

Los resultados de los cálculos se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 31 Resultados de los cálculos de la potencia y la caída de tensión de la línea de media tensión

	Longitud (km)	Intensidad corregida (A)	Potencia por transportar (kW)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
Línea 1	0,80216	311,05	9697,58	85,7	0,43
Línea 2	0,81331	311,05	9697,58	86,89	0,43

### 2.5.10. Sección mínima por intensidad de cortocircuito

Estas intensidades se han calculado según Norma UNE 21192, considerando como temperatura inicial  $\theta_i$ , las temperaturas máximas en servicio permanente indicadas en la Tabla 4 de la MT 2.31.01, para cada tipo de aislamiento (HEPR y XLPE)  $\theta_s$  y como temperatura final la de cortocircuito de 250°C,  $\theta_{cc}$ . En el cálculo se considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).

En estas condiciones:

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

Donde:

I = corriente de cortocircuito, en amperios

S = sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito

t<sub>cc</sub> = duración del cortocircuito, en segundo

Se supone una duración máxima de cortocircuito de 1 segundo.

Por lo que la Intensidad de cortocircuito de la instalación es de 5,424 kA, este valor es menor que la intensidad máxima de cortocircuito soportada durante 1s por los conductores de Al con aislamiento EPR (22,6 kA según MT 2.31.01).

Mientras que la intensidad de defecto a tierra normalmente está limitada en las subestaciones de cabecera de i-DE a un valor no superior a 1.000 A. Este valor es menor

que la intensidad máxima de cortocircuito soportada durante 1 segundo por la pantalla de alambres de cobre con aislante HEPR.

### 2.6. Cálculos justificativos línea subterránea de baja tensión

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5%. Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumado al de la línea ya existente hasta el tramo de derivación, no supere el 5% para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

En el caso de la instalación objeto del presente proyecto los resultados de los cálculos eléctricos para un circuito son los siguientes:

#### 2.6.1. Potencia para transportar en kW

$$P = I \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi = 99,95 \text{ kW}$$

Las pérdidas de potencia vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot (\cos \phi)^2}$$

Tabla 32 Resultado de las pérdidas de potencia por la línea de media tensión

PÉRDIDAS DE POTENCIA POR CADA LÍNEA			
CT VIVIENDAS II	Línea 1	1,94	%
	Línea 2	2,08	%
CT VIVIENDAS II	Línea 3	1,01	%
	Línea 4	1,45	%
CT LOCALES	Línea 5	1,4	%
	Línea 6	1,16	%

#### 2.6.2. Caída de tensión en (%)

Para la potencia máxima y la nueva distancia en proyecto:

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

Tabla 33 Resultado de la caída de tensión por la línea de media tensión

CAÍDA DE TENSIÓN POR CADA LÍNEA			
CT VIVIENDAS II	Línea 1	3,69	%
	Línea 2	3,95	%
CT VIVIENDAS II	Línea 3	1,92	%
	Línea 4	2,76	%
CT LOCALES	Línea 5	2,66	%
	Línea 6	2,20	%

### 2.6.3. Intensidad de cortocircuito

Para un incremento de temperatura de 160°C y una duración del cortocircuito de 3 segundos:

Tabla 34 Intensidad de cortocircuito en cada línea de media tensión

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO POR CADA LÍNEA			
CT VIVIENDAS II	Línea 1	8,10	kA
	Línea 2	8,10	kA
CT VIVIENDAS II	Línea 3	8,10	kA
	Línea 4	8,10	kA
CT LOCALES	Línea 5	8,10	kA
	Línea 6	8,10	kA

## 2.7. Cálculos justificativos para centros de transformación

### 2.7.1. Corriente de cortocircuito en MT

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de distribución, valor especificado por la Compañía suministradora.

Utilizando como tensión de diseño 20 kV, un valor frecuente corresponde a 350 MVA.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito trifásica en MT se utiliza la expresión:

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

Donde:

$S_{cc}$	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
$V_n$	tensión de servicio [kV]
$I_{ccp}$	corriente de cortocircuito primaria [kA]

Utilizando la expresión anterior, en la que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio es 20 kV, la intensidad de cortocircuito en MT es:

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

Este valor de corriente de cortocircuito es común para todos los centros de transformación del presente proyecto.

### 2.7.2. Corriente de cortocircuito en BT

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en baja tensión se utiliza la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot V_s}$$

Donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U <sub>cc</sub>	tensión de cortocircuito del transformador [%]
V <sub>s</sub>	tensión nominal secundaria [V]
I <sub>ccs</sub>	corriente de cortocircuito secundaria [kA]

En los transformadores de 400 kVA, tensión porcentual de cortocircuito del 4% y tensión nominal secundaria en vacío de 420 V, la intensidad de cortocircuito en el lado de BT según la expresión anterior es:

$$I_{ccs} = 13,75 \text{ kA}$$

En los transformadores de 630 kVA, la tensión porcentual de cortocircuito del 4% y tensión nominal secundaria en vacío de 420 V, la intensidad de cortocircuito en el lado de BT según la expresión anterior es:

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

En los transformadores de 250 kVA, la tensión porcentual de cortocircuito del 4% y tensión nominal secundaria en vacío de 420 V, la intensidad de cortocircuito en el lado de BT según la expresión anterior es:

$$I_{ccs} = 8,59 \text{ kA}$$

### 2.7.3. Intensidad nominal MT

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

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

Donde:

P	potencia del transformador [kVA]
V <sub>p</sub>	tensión primaria [kV]
I <sub>p</sub>	intensidad nominal primaria [A]

Para una potencia de 400 kVA y tensión primaria de alimentación de 20 kV, la intensidad nominal primaria según expresión anterior es:

$$I_p = 11,55 \text{ A}$$

Para una potencia de 630 kVA y tensión primaria de alimentación de 20 kV, la intensidad nominal primaria según expresión anterior es:

$$I_p = 18,19 \text{ A}$$

Para una potencia de 250 kVA y tensión primaria de alimentación de 20 kV, la intensidad nominal primaria según expresión anterior es:

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

Los fusibles de MT que se instalarán en la celda de protección de transformador deberán tener una intensidad nominal superior a este valor calculado. Los cartuchos fusibles se eligen a partir de la tabla 3 de la Norma NI 75.06.31 que mostramos a continuación (**resaltado**):

Tabla 35 Cartuchos fusibles (A) para transformadores de 400kVA

Tensión de red kV	Potencia del transformador kVA			
	250	400	630	1000
15	25	40	63	100
20	25	40	63	100

Tabla 36 Cartuchos fusibles (A) para transformadores de 630kVA

Tensión de red kV	Potencia del transformador kVA			
	250	400	630	1000
15	25	40	63	100
20	25	40	63	100

Tabla 37 Cartuchos fusibles (A) para transformadores de 400kVA

Tensión de red kV	Potencia del transformador kVA			
	250	400	630	1000
15	25	40	63	100
20	25	40	63	100

#### 2.7.4. Intensidad nominal BT

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

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

Donde:

- P potencia del transformador [kVA]
- V<sub>s</sub> tensión nominal secundaria [kV]
- I<sub>s</sub> intensidad nominal secundaria [A]

En los transformadores con potencia de 400 kVA y la tensión nominal secundaria en vacío de 420 V. La intensidad nominal secundaria es:

$$I_s = 549,86 \text{ A}$$

En los transformadores con potencia de 630 kVA y la tensión nominal secundaria en vacío de 420 V. La intensidad nominal secundaria es:



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

En los transformadores con potencia de 250 kVA y la tensión nominal secundaria en vacío de 420 V. La intensidad nominal secundaria es:

$$I_s = 343,66 \text{ A}$$

### **2.7.5. Cálculo de la instalación de puesta a tierra en los centros**

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra del centro se utiliza de referencia el Manual Técnico MT 2.11.33 “Diseño de puestas a tierra para centros de transformación, de tensión nominal  $\leq 30 \text{ kV}$ ”.

#### **2.7.5.1. Dimensionamiento con respecto a la corrosión y la resistencia mecánica**

Para el dimensionamiento con respecto a la corrosión y a la resistencia mecánica de los electrodos y de las líneas de tierra se seguirán los criterios indicados en el apartado 3 de ITC-RAT 13.

#### **2.7.5.2. Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica**

El dimensionamiento de la sección del conductor a emplear por cada línea de tierra o electrodo de tierra se realizará para que, con una intensidad de defecto y duración de este definido, no se alcance una temperatura final demasiado elevada.

Conforme a lo indicado en el punto 3.1 de ITC-RAT 13, se considerará un tiempo mínimo de un segundo para la duración de defecto a la frecuencia de red y no se podrán superar las densidades de corriente siguientes:

- 100 A/mm<sup>2</sup> para el aluminio.
- 160 A/mm<sup>2</sup> para el cobre.

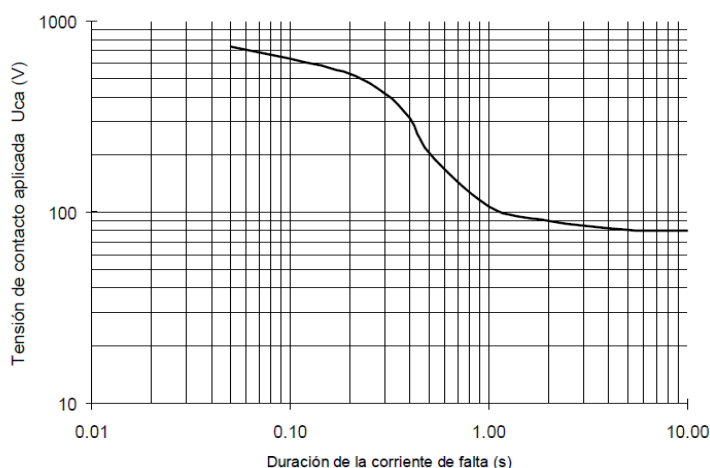
Estos valores se han obtenido considerando una temperatura final aproximada de 200 °C. Si no supone riesgo de incendio, se puede aumentar esta temperatura final a 300 °C, lo que equivale a dividir entre 1,2 las secciones obtenidas con el criterio anterior, respetándose en todo caso las secciones mínimas indicadas.

#### **2.7.5.3. Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas**

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona estuviese en contacto con la misma, podría circular a través de ésta una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada ( $U_{ca}$ ) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de corriente de falta, se presentan en la curva de la siguiente figura.

Figura 2 Extracto de la ITC-RAT 13



Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos.

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada ( $U_{pa}$ ) entre los dos pies de una persona considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se definen como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada.

Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. Cuando las tensiones de contacto sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

Siendo:

- $U_{ca}$  Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies [V]
- $Z_B$  Impedancia del cuerpo humano [Ω] 1.000
- $R_{a1}$  Resistencia equivalente del calzado de un pie:
  - cuya suela sea aislante [Ω] 2.000
  - cuando las personas puedan estar descalzas [Ω] 0
- $R_{a2}$  Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie [Ω]
- $R_{a2} = 3 \cdot \rho_s$  siendo  $\rho_s$  la resistividad superficial del suelo

#### 2.7.5.4. Tensión máxima de contacto admisible para la instalación

$$U_c = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right]$$

#### 2.7.5.5. Tensión máxima de paso admisible para la instalación

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right]$$

#### 2.7.6. Tensión máxima de paso de acceso admisible para la instalación

En el caso de que una persona pudiera estar en contacto con dos superficies de resistividades diferentes se calculará la tensión máxima de paso de acceso admisible por extrapolación de la expresión del apartado anterior.

$$U_{p,acceso} = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_{s1} + 3\rho_{s2}}{Z_B} \right]$$

#### 2.7.7. Procedimiento de cálculo

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en el apartado 1.1 del ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

##### 2.7.7.1. Características del suelo

Según lo especificado en la ITC-RAT 13 las instalaciones de 3ª categoría y de intensidad de cortocircuito inferior o igual a 1.500 A no será imprescindible realizar la investigación previa de la resistividad del suelo, bastando para ello el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad de acuerdo con los valores indicados en Tabla 2 de la citada ITC.

Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1.000 A si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200  $\Omega \cdot m$  deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de resistividad.

##### 2.7.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondientes a la eliminación del defecto

En la determinación de la eficacia de la toma de tierra proyectada hay dos parámetros fundamentales del problema que son:

1. El valor de la corriente de falta, que depende principalmente del método de puesta a tierra del neutro de la red de AT.
2. La duración de esta, que también depende principalmente del método de puesta a tierra del neutro de la red de AT.

##### 2.7.7.3. Datos de partida

- Tensión de servicio:  $V_n = 20$  kV
- Puesta a tierra de neutro en Media Tensión: Zig-zag 500 A
- Intensidad máxima de defecto:  $I_{max\_defecto} = 500$  A
- Duración de la corriente de falta hasta su eliminación:

- La característica de actuación de las protecciones cumple la relación:
  - $I_{max\_defecto} \cdot t(defecto) = 400 \text{ A}$
  - Con lo que  $t = 0,80 \text{ s}$ .
- Intensidad de Puesta a Tierra: ver apartado 2.3.8
- Nivel de aislamiento de las instalaciones en BT:  $V_{BT} = 10.000 \text{ V}$
- Resistividad:
  - del terreno:  $\rho = 200 \Omega \cdot m$
  - del hormigón:  $\rho_h = 3.000 \Omega \cdot m$

#### 2.7.7.4. Diseño preliminar de la instalación de tierra de protección

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo y en las recomendaciones de UNESA que son válidas para una instalación de este tipo y contenidas en el documento: UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría"

Para facilitar la obtención de resultados, en este documento UNESA se especifican los siguientes parámetros característicos, expresados en valores "unitarios", para las distintas configuraciones tipo.

- Resistencia de puesta a tierra  $K_r$ :  $\Omega / (\Omega \cdot m)$
- Tensión de paso máxima  $K_p$ :  $V / (\Omega \cdot m)(A)$
- Tensión de contacto exterior máxima  $K_c = K_{p.a-T}$ :  $V / (\Omega \cdot m)(A)$

En el presente documento, cuando se les mencione de manera conjunta, se les denominará de manera genérica como "K".

La configuración tipo elegida para los cálculos, según el Anexo 1 de la MT 2.11.33, es CPT-CT-A 5x9-8P2.

Los parámetros característicos para esta configuración son:

- $K_r = 0,05863 \Omega / (\Omega \cdot m)$
- $K_p = 0,01155 V / (\Omega \cdot m)(A)$
- $K_c = 0,02804 V / (\Omega \cdot m)(A)$

#### Medidas de seguridad adicionales:

Se adoptan las siguientes medidas de seguridad adicionales:

- El centro estará construido de tal manera que su interior constituya una superficie equipotencial. Esto quedará garantizado por el fabricante de la envolvente prefabricada.

Así 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 las tensiones de paso y contacto interior, siendo estas prácticamente cero.

- Acera perimetral, con mallazo electrosoldado conectado a puesta a tierra general alrededor del centro de anchura 1,50 m de las paredes de éste y espesor de 10 cm, con lo que se consigue que la tensión de contacto exterior sea prácticamente cero.
- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro quedarán conectados a la puesta a tierra general.

#### 2.7.7.5. Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra general

El cálculo de la resistencia del electrodo elegido:

$$R_{t(\text{general})} = K_r \cdot \rho = 11,73 \Omega$$

#### 2.7.7.6. Cálculo de la intensidad de puesta a tierra y del tiempo de defecto

Para el cálculo de la intensidad de puesta a tierra se considera el peor de los escenarios, que es aquel en el que no existe continuidad entre las pantallas de los cables y la malla de la subestación. La fórmula para emplear es la siguiente:

$$I_E = \frac{1,1 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + X_{LTM}^2}}$$

Siendo:

$R_t$  resistencia: 14,35  $\Omega$

XLTH puesta a tierra de la red: 25,4  $\Omega$

Obtenemos:

$$I_E = 454,02 \text{ A}$$

#### 2.7.7.7. Cálculo de las tensiones de paso, contacto y defecto de puesta a tierra general

Adoptando las medidas de seguridad adicionales indicadas en el apartado 2.3.6

tenemos:

- Tensión de defecto tierra general:

$$U'_{d(\text{general})} = R_{t(\text{general})} \cdot I_E = 5.323,85 \text{ V}$$

- Tensión de contacto en el interior del centro:

Prácticamente cero

- Tensión de paso en el interior del centro:

Prácticamente cero

- Tensión de contacto en el exterior del centro:

Prácticamente cero

- Tensión de paso exterior:

$$U'_{p \text{ exterior (general)}} = K_p \cdot r \cdot I_E = 1.407,56 \text{ V}$$

- Tensión de paso de acceso:

$$U'_{p \text{ acceso (general)}} = U'_{c(\text{general})} = K_c \cdot r \cdot I_E = 2.546,15 \text{ V}$$

### 2.7.7.8. Comprobación del diseño de puesta a tierra general

Una vez realizado el diseño básico del sistema de puesta a tierra con el que se satisfacen los requisitos de corrosión y resistencia mecánica) y resistencia térmica del presente documento, se debe verificar que este diseño satisface los requisitos de seguridad para personas.

Para el tiempo de defecto calculado, la tensión de contacto máxima admisible ( $U_{ca}$ ) es de 136 V:

$$U_{p, \text{exterior-acera}} = 1460 \cdot \left[ 1 + \frac{2 \times 2000 + 3 \times 150 + 3 \times 2268,97}{1000} \right] = 5.898,67 \text{ V}$$

$$U_{p, \text{exterior}} = 1460 \cdot \left[ 1 + \frac{2 \times 2000 + 2 \times 3 \times 200}{1000} \right] = 8.432 \text{ V}$$

A continuación, se comprueba que los valores anteriormente calculados para este centro son inferiores a los valores máximos admisibles:

1. Comprobación del aislamiento de las instalaciones en BT:

$$U'd(\text{general}) - U_{TR} + U_0 \leq V_{BT}$$

Siendo:

$$U'd \text{ (tensión defecto general): } 5.323,85 \text{ V}$$

$$V_{BT} \text{ (nivel de aislamiento de BT): } 10.000 \text{ V}$$

$$U_{TR} \text{ (tensión transferida): [V]}$$

Para mayor seguridad se ha considerado en la fórmula una tensión transferida nula, ya que su valor concreto dependerá de la separación entre las instalaciones de puesta a tierra general y del neutro.

$$U_0 \text{ (tensión entre fase y neutro): } 230 \text{ V}$$

Por lo tanto;

$$(5.383,25 + 230) = 5.553,85 \text{ V} \leq 10.000 \text{ V}$$

2. Tensión de paso de acceso al centro calculada  $\leq$  Tensión de paso máxima admisible acera - exterior:

$$U'_{p \text{ acceso (general)}} = 3.058,18 \text{ V} \leq U_{p, \text{exterior\_acera}} = 15.898,67 \text{ V}$$

3. Tensión de paso en el exterior del centro calculada  $\leq$  Tensión de paso de acceso máxima admisible exterior:

$$U'p \text{ exterior (general)} = 2.546,15 \text{ V} \leq U_p, \text{ exterior} = 8.432 \text{ V}$$

### 2.7.7.9. Puesta a tierra de protección

El electrodo de PaT general con el que se han realizado los cálculos para el diseño preliminar es el CPT-CT-A-(5x9)-8P2: electrodo de bucle rectangular de dimensiones 5 x 9 m enterrado a 0,5 m de profundidad con 8 picas y con una acera perimetral de 1,50 m de anchura y 10 cm de espesor.

Una vez satisfechos todos los requisitos, no resulta problemático adoptar la configuración geométrica del electrodo que más se adecue al centro, tomando siempre un electrodo de la misma configuración geométrica (cuadrado, rectangular o de picas en hilera y con la misma posición relativa de las picas), de dimensiones superiores y/o valores “K” inferiores a las del elegido para el diseño preliminar, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra general, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso, ya que si la resistencia de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto del diseño preliminar cumplen con las condiciones establecidas en ITC-RAT 13, con mayor razón las cumplirá el electrodo real a construir, pues al ser de mayores dimensiones y/o valores “K” inferiores presentará una menor resistencia de puesta a tierra y una mejor disipación de las corrientes de defecto.

Tabla 38 Tabla electrodo de puesta a tierra de protección seleccionado

Geometría	Anillo rectangular
Identificación	CPT-CT-A-(5x9)-8P2
Profundidad electrodo horizontal	0,5 m
Dimensión de la red	9x5 m
Número de picas:	8 Ud.
Separación entre picas:	3 m
Longitud de la pica:	2 m
Diámetro picas	14 mm
Sección conductor (cobre):	50 mm <sup>2</sup>

Acera perimetral	Sí
Ancho	1,5 m
Espesor	10 cm

### 2.7.7.10. Puesta a tierra de servicio

El criterio de selección de esta tierra es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra

contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia total de puesta a tierra del neutro de la red de distribución en baja tensión debe ser inferior a 37 Ω.

En todo caso, por ser más un criterio más restrictivo, se dimensionará la puesta a tierra del neutro de BT del transformador del centro para que sea inferior a 37 Ω.

Para el diseño preliminar de PaT de servicio se elige la configuración CPT-G-F/0,5+2P1,5-3.

Los parámetros característicos de electrodos para esta configuración son:

- $K_r = 0,22018 \text{ } \Omega/(\Omega \cdot \text{m})$
- $K_p = 0,040791 \text{ V}/(\Omega \cdot \text{m})(\text{A})$
- $K_c = 0,15069 \text{ V}/(\Omega \cdot \text{m})(\text{A})$

Por tanto, se comprueba que:

$$R_{t(\text{servicio})} = K_r \cdot \rho = 0,22 \cdot 150 = 33,03 < 37 \text{ } \Omega$$

Tabla 39 Características del sistema de tierra de protección

Geometría	Picas alineadas unidas por conductor horizontal
Identificación	CPT-G-F/0,5+2P1,5-3
Profundidad	0,5 m
Número de picas:	2
Separación entre picas:	3 m
Longitud de la pica:	2 m
Diámetro picas	14 mm
Sección conductor:	50 mm <sup>2</sup>
Geometría	Picas alineadas unidas por conductor horizontal

Para mantener los sistemas de puesta a tierra general y del neutro de baja tensión independientes, la puesta a tierra del neutro de baja tensión se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7, como mínimo, contra daños mecánicos.

#### 2.7.7.11. Separación de sistemas de puesta a tierra

La distancia mínima de separación, en metros, entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot U_{TR} \cdot \pi}$$

Siendo:

$\rho$ : resistividad del terreno [ $\Omega \cdot \text{m}$ ]	200
$I_E$ : intensidad de puesta a tierra [A]:	454,02
UTR: tensión transferida [V]:	1000



D: distancia mínima de separación [m]

D = 14,46 m

**2.7.7.12. Separación de la tierra de neutro de baja tensión de otras puestas a tierra**

La pica de la puesta a tierra del neutro de baja tensión estará separada como mínimo 1,5 m de la proyección vertical de la fachada de cualquier edificio o elemento de puesta a tierra de protección en BT, así como de cualquier canalización metálica.



### 3. PLANIFICACIÓN

Para la ejecución de este proyecto, partimos de varios pasos que deberán ser llevadas a cabo para la construcción definitiva. En conjunto a las futuras construcciones en las parcelas, deberán ir de la mano la ejecución del sistema eléctrico con la finalidad que para este proyecto esté vinculado a los planos constructivos.

El primer paso es realizar un estudio de cargas para determinar las necesidades de energía de la zona, estos estudios fueron previamente calculados donde nos indica la potencia necesaria para cada construcción.

El siguiente paso es diseñar las líneas, esto va aunado al recorrido que se llevara a cabo desde un punto existente de alimentación hasta el punto final de cada CT donde se eligen los CT's adecuados. Para hacer el recorrido, se debe conocer el terreno para la excavación de las zanjas por dónde irán conectadas las líneas.

Se realiza la conexión a los usuarios finales para la baja tensión y se realiza un seguimiento regular para mantenimiento y mejoras.

Una posible planificación para la construcción de una red eléctrica es la siguiente.

- Se debe realizar un estudio de factibilidad técnica, económica y ambiental del proyecto, que incluya el diseño preliminar de la red, el análisis de la demanda y oferta de energía, la evaluación de los impactos y beneficios sociales y ecológicos, y la estimación de los costos y los ingresos esperados.
- Se debe obtener los permisos y licencias necesarios para la ejecución del proyecto, tanto de las autoridades competentes como de los propietarios o usuarios de los terrenos donde se instalarán las infraestructuras eléctricas. También se debe cumplir con las normas y regulaciones vigentes en materia de seguridad, calidad y medio ambiente.
- Contratar a una empresa o consorcio especializado en la construcción de redes eléctricas, que se encargue de la adquisición de los materiales, equipos y herramientas requeridos, así como de la gestión de los recursos humanos y logísticos necesarios para la obra. La empresa o consorcio debe contar con experiencia comprobada y certificada en este tipo de proyectos.
- Supervisar y controlar el avance y la calidad de la construcción de la red eléctrica, mediante un sistema de seguimiento y evaluación que permita verificar el cumplimiento de los plazos, los presupuestos, los estándares técnicos y las especificaciones

contractuales. Asimismo, se debe realizar pruebas y ensayos periódicos para garantizar el correcto funcionamiento y la seguridad de la red.

- Se debe poner en marcha y operar la red eléctrica, una vez finalizada la construcción y comprobada su eficiencia y confiabilidad. Para ello, se debe contar con un equipo de operación y mantenimiento capacitado y equipado, que se encargue de gestionar la distribución y el suministro de energía a los clientes finales, así como de resolver cualquier incidencia o contingencia que pueda surgir en la red.



#### 4. ESTUDIO DE SEGURIDAD

La seguridad eléctrica es una preocupación importantísima ya que cualquier falta de precaución puede resultar en accidentes graves. Las normas de seguridad eléctrica obligatorias son aquellas dictaminadas por entidades oficiales especializadas en materia de seguridad. En nuestro caso, estos organismos competentes son OSHA en Estados Unidos; ILO y WHO, y NTP 782 en España. Algunos aspectos importantes de las normas de seguridad incluyen:

- **Instalaciones:** Es necesario tener previsto la presencia de protección contra cortocircuitos, supervisando frecuentemente las terminales y componentes conductores. Los dispositivos deben estar aislados adecuadamente para evitar choques eléctricos. También hay que disponer del material preciso para sustituirlos sin riesgo alguno.
- **Personal:** Debe existir instrucción específica para todos los trabajadores involucrados en tareas eléctricas. Además, debe haber contrato formal disponible de cómo manejar equipos, herramientas y cableados.
- **Conexiones eléctricas:** Se recomienda conectar y desconectar todo tipo de cables manualmente. Esto implica retirar la corriente antes de intervenir en circuitos eléctricos.
- **Exploración de las instalaciones eléctricas antiguas:** Pueden existir condiciones peligrosas cuando aparece oxidación, incrustaciones u otras alteraciones.
- **Calibración y mantenimiento de las instalaciones eléctricas:** Los instrumentos de protección deberán funcionar correctamente. Siempre habrá que inspeccionarlos periódicamente. Además, las unidades de control debieran mantenerse operativas, para dar lugar a las pruebas correspondientes de funcionamiento.
- **Reparaciones urgentes:** Los equipos defectuosos deberán reemplazarse sin ninguna clase de margen de error. De hecho, pueden derivar accidentes mortales si los tiempos de espera excedieran la media. Para esto último, siempre existe una opción alternativa y muy rápida, pues se puede contratar a empresas que ofrecen servicios de mantenimiento preventivo que busquen solventar posibles problemas eléctricos. En última instancia, estas medidas permiten garantizar un buen estado de conservación de los equipos eléctricos, evitando posible incautación de materiales peligrosos.

Todas estas medidas representan la base sólida para hacer frente con éxito a situaciones de emergencia. Por ejemplo, está ampliamente reconocido que las descargas eléctricas se dan preferentemente en los meses de primavera y principios de verano.

No obstante, con las técnicas actuales de tratamiento meteorológico, prácticamente se podría anticipar que esta temporada arroja tormentas eléctricas y rayos directos asociados que conducen a averías graves. Pero si se han llevado a cabo medidas de protección y se realizaron las revisiones pertinentes, entonces el daño sería irrelevante respecto a las condiciones de

La construcción de una red de distribución eléctrica es un proceso complejo que requiere una atención especial a la seguridad. La exposición a las líneas eléctricas y el equipo eléctrico puede ser peligrosa y potencialmente mortal si no se toman las precauciones adecuadas. Para este proyecto, exploraremos las medidas de seguridad necesarias para proteger a los trabajadores durante la construcción de una red de distribución eléctrica tomando en cuenta los siguientes puntos.

- **Identificación y localización de riesgos:** Es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos asociados con la construcción de la red de distribución eléctrica. Esto implica identificar y localizar las líneas eléctricas existentes, así como cualquier otro equipo eléctrico que represente un peligro potencial.
- **Desactivación de líneas eléctricas:** Antes de comenzar cualquier trabajo de construcción, es necesario desactivar las líneas eléctricas pertinentes. Esto puede implicar coordinarse con la compañía eléctrica local para asegurarse de que las líneas estén desconectadas de manera segura durante el período de construcción.
- **Distancia segura de las líneas eléctricas:** Es crucial mantener siempre una distancia segura de al menos 10 pies de las líneas eléctricas aéreas. Si el voltaje a tierra es de más de 50 kilovoltios, esta distancia debe ser aún mayor. Esto ayudará a prevenir lesiones o accidentes relacionados con la electricidad.
- **Equipo y capacitación adecuados:** Es esencial proporcionar a los trabajadores el equipo y la capacitación adecuados para realizar su trabajo de manera segura. Esto incluye el uso de equipo de protección personal, como guantes aislantes y cascos, y la capacitación en prácticas seguras de trabajo cerca de líneas eléctricas.
- **Prevención de accidentes con líneas caídas:** Durante la construcción de la red de distribución eléctrica, existe el riesgo de que las líneas eléctricas caigan. Es importante que los trabajadores se mantengan alejados de las líneas caídas y notifiquen de inmediato a las autoridades competentes.

**Análisis de riesgos:** Antes de comenzar cualquier proyecto, es importante realizar un análisis exhaustivo de los posibles riesgos asociados con la instalación y operación de una red eléctrica. Esto incluye evaluar las condiciones del terreno, los materiales a utilizarse,

las condiciones climáticas y otros factores que puedan influir en la seguridad y fiabilidad de la red.

**Diseño adecuado:** Es fundamental diseñar una red eléctrica sólida y segura desde sus inicios.

**Mantenimiento regular:** Una vez que se ha completado la construcción de la red eléctrica, es importante llevar a cabo revisiones periódicas y mantenimiento preventivo para garantizar la integridad de la red. Este proceso puede incluir verificar los sistemas de protección contra cortocircuitos, inspeccionar cables y dispositivos, y mantener registros detallados de las revisiones y reparaciones realizadas.

**Capacitación de personal:** Es crucial capacitar al personal encargado de la construcción y mantenimiento de la red eléctrica en cuanto a normas y procedimientos de seguridad, así como en técnicas básicas y avanzadas de electricidad.

**Instalación de equipos de seguridad:** Utiliza solo aquellos equipos aprobados por organismos reguladores y garantiza que estén instalados correctamente según los requisitos establecidos. Incluye sistemas de detección de incendios, alarmas de humo y monitoreo remoto para detectar y prevenir eventualidades.

**Control de calidad:** Toda la documentación relacionada con la construcción y mantenimiento de la red eléctrica debe ser revisada por expertos independientes y controlada rigurosamente para garantizar la conformidad con las normas de seguridad internacionales.

La construcción de una red de distribución eléctrica presenta riesgos significativos para la seguridad de los trabajadores. Sin embargo, al implementar un estudio de seguridad adecuado y seguir las precauciones necesarias, es posible minimizar estos riesgos. La identificación y localización de riesgos, la desactivación de líneas eléctricas, la distancia segura de las líneas, el uso de equipo y capacitación adecuados, y la prevención de accidentes con líneas caídas son elementos clave para garantizar la seguridad durante la construcción de una red de distribución eléctrica.

El impacto ambiental de la construcción de una red eléctrica es un tema de gran relevancia para el desarrollo sostenible y la protección de la biodiversidad. La red eléctrica implica la instalación de torres, cables, subestaciones y otros elementos que pueden alterar el paisaje, el suelo, la flora y la fauna de las zonas afectadas. Además, la construcción de la red eléctrica puede generar emisiones de gases de efecto invernadero, ruido, residuos y otros impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana.

Para minimizar estos impactos, es necesario realizar un estudio previo que evalúe las posibles consecuencias de la construcción de la red eléctrica y proponga medidas de mitigación, compensación y restauración. El estudio debe tener en cuenta los aspectos legales, técnicos, económicos y sociales del proyecto, así como las características ecológicas y culturales de las áreas involucradas. El estudio debe seguir una metodología científica y participativa, que incluya la consulta a los actores interesados y afectados por el proyecto.

El objetivo del estudio es garantizar que la construcción de la red eléctrica se realice de forma responsable y respetuosa con el medio ambiente, contribuyendo al bienestar de las comunidades locales y al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. El estudio debe servir como una herramienta para la toma de decisiones y la gestión ambiental del proyecto, así como para el seguimiento y la evaluación de sus resultados.

La importancia de tener buenos materiales eléctricos radica en que estos garantizan la seguridad, la eficiencia y la durabilidad de las instalaciones eléctricas.

Estos materiales deben cumplir con unas normas de calidad y seguridad que aseguren su correcto funcionamiento y eviten riesgos de cortocircuitos, incendios, electrocuciones o daños en los equipos conectados. Además, los buenos materiales eléctricos permiten optimizar el consumo de energía, reduciendo las pérdidas y el gasto innecesario.

Los buenos materiales eléctricos también contribuyen a alargar la vida útil de las instalaciones eléctricas, evitando averías frecuentes o costosas reparaciones. Por todo ello, es importante elegir materiales eléctricos de calidad y confianza, que se adapten a las necesidades y características de cada proyecto.

El consumo energético doméstico contribuye al consumo final de electricidad y gas natural. El sector residencial es responsable de poco más de la mitad del consumo total de energía final.

Sin embargo, la mayoría de sus usos están relacionados con los bienes duraderos como viviendas, que cuentan con aparatos que permanecen durante años, con lo que la tasa de renovación de la flota puede considerarse lenta. Una vez establecido el nivel medioambiental de referencia de las instalaciones, las emisiones provocadas por los sistemas de climatización, encendido y regulación térmica de viviendas en verano y para producciones de calor sanitarias en invierno son particularmente significativas en términos absolutos.

Afortunadamente, a través de mejora de eficiencia energética, se puede lograr ambas cosas al mismo tiempo. Estas acciones ayudan a bajar el consumo y a reducir el impacto ambiental negativo causado por la generación de electricidad. El impacto visual de las líneas de transmisión o distribuidoras, así como de las centrales térmicas o de nucleares, es algo importante desde el punto de vista psicológico ante el conocimiento popularizado sobre emisiones de CO<sub>2</sub> y otros residuos atmosféricos.

Se trata de la fuente principal de energía empleada, siendo su parte en el consumo total bastante superior en comparación con la industria o el sector transportes.

Aunque parece que la demanda de energía eléctrica estará sujeto a una leve disminución, esta conclusión depende de hipótesis que requieren que se realice una optimista reforma fiscal sobre los combustibles fósiles (que libera efectivos que favorecen el desarrollo de nuevas formas de energía limpias). Esta variación parcial también requiere que se implementen las Directivas europeas de eficiencia energética en algunos sectores energéticos como la producción de alimentos industrializados, o a través de mejora de eficiencia de algunos usos habituales.

Otras hipótesis mencionadas sugieren que el consumo total seguirá creciendo debido a dispositivos digitales, la informática y los videojuegos, y otros dispositivos tales como juguetitos educativos o juguetes basados en Internet, teléfonos inteligentes... El impacto potencial sobre el medio ambiente sería negativo si se confirman todas esas tesis. Todo ello se traduce en altas concentraciones de óxidos de nitrógeno y azufre en atmósfera, aunque la contaminación ocasionada por otros contaminantes como el plomo, cadmio o mercurio se encuentra más diluida.

En definitiva, el consumo eléctrico tiene un fuerte impacto ambiental, tanto positivo como negativo. Es importante tomar decisiones conscientemente sobre nuestro consumo eléctrico para minimizar su impacto negativo y maximizar su beneficio para el medio ambiente.

Si quieres construir algo en Alicante, España, es importante conocer las regulaciones y normas que están en vigor en ese momento. Hay varias normas que rigen el proceso de construcción en este país europeo, algunas de ellas generalmente aplicables y otras dependiendo de lo que desees construir. Te mencionaré algunos ejemplos básicos de reglas que se deben cumplir:

1- Ley de Ordenación Urbanística del Territorio (LOTU): Esta ley establece los requisitos básicos para la planificación urbana y regulariza el uso del suelo. Es responsabilidad del propietario del terreno asegurarse de que su proyecto esté conforme a esta ley.



2- Normas Técnicas Construcción (NTC): Son un conjunto de normas que sirven como guía durante todo el proceso constructivo, desde la prospección hasta la edificación final. Muchos arquitectos utilizan estas normas para diseñar sus proyectos.

3- Plan General de Infraestructuras (PGI): Este plan define dónde se ubican los servicios públicos, así como la calidad de vida de las personas en el entorno circundante. Es común que se ajuste al PGI durante el planeamiento urbanístico.

4- Estatuto de Autonomías: Este estatuto recoge la organización territorial del Estado Español y permite autogobierno local a las comunidades autónomas, incluyendo los municipios o ayuntamientos dentro de ellos. Se aplica a toda construcción ubicada en dichas comunidades.

5- Ordenanzas Municipales: Estas ordenanzas dictan diversas normas relativas a la construcción, como la anchura mínima de calles, la altura máxima de edificios o incluso la forma de ventanas. Dependen mucho del municipio donde se construya la obra.

6- Reglamento de Edificación: Un reglamento nacional que recoge normas generales y complementarias que se combinan para determinar el desarrollo de actividades relacionadas con la ingeniería del transporte de infraestructuras viarias.

#### **4.1. Protección personal contra la electricidad**

Los operarios que deban trabajar en circuitos o equipos eléctricos en tensión o en su proximidad, utilizarán pantalla facial dieléctrica, casco aislante, buzo resistente al fuego, guates dieléctricos, calzado de seguridad aislante y herramientas dotadas de aislamiento eléctrico.

#### **4.2. Protecciones colectivas generales**

Señalización: El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

A) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

B) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

C) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

D) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Tipos de señales:

a) En forma de panel: Señales de advertencia.

Forma: Triangular

Color de fondo: Amarillo

Color de contraste: Negro

Color de Símbolo: Negro

Señales de prohibición: Forma: Redonda

Color de fondo: Blanco

Color de contraste: Rojo

Color de Símbolo: Negro

Señales de obligación:

Forma: Redonda

Color de fondo: Azul

Color de Símbolo: Blanco

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:

Forma: Rectangular o cuadrada:

Color de fondo: Rojo

Color de Símbolo: Blanco

Señales de salvamento o socorro:

Forma: Rectangular o cuadrada:

Color de fondo: Verde

Color de Símbolo: Blanco

Cinta de señalización En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

Cinta de delimitación de zona de trabajo Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

Protección contra contactos eléctricos.

Protección contra contactos eléctricos indirectos:

Esta protección consistirá en la puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial. El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo será igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad ( $V_s$ ), que en locales secos será de 50 V y en los locales húmedos de 24 V, por la sensibilidad en amperios del diferencial(A).

Protecciones contra contactos eléctricos directos:

Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor. Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente. En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico de baja tensión.

Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo:

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, horcas, redes, mallazo o ménsulas que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

No se efectuarán sobrecargas sobre la estructura de los forjados, acopiando en el contorno de los capiteles de pilares, dejando libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra. Debe comprobarse periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas colocadas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso.

El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.

## CAPITULO II

### 5. PLANOS

5.1. PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

5.2. PLANO DE TRAZADO GENERAL LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

5.3. PLANO DE TRAZADO GENERAL LÍNEA DE BAJA TENSIÓN

5.4. PLANO DE IMPLANTACIÓN DE LOS CT's Y ESQUEMA UNIFILAR

5.5. PLANO DE DETALLE ZANJAS Y ARQUETAS



SITUACIÓN SIN ESCALA



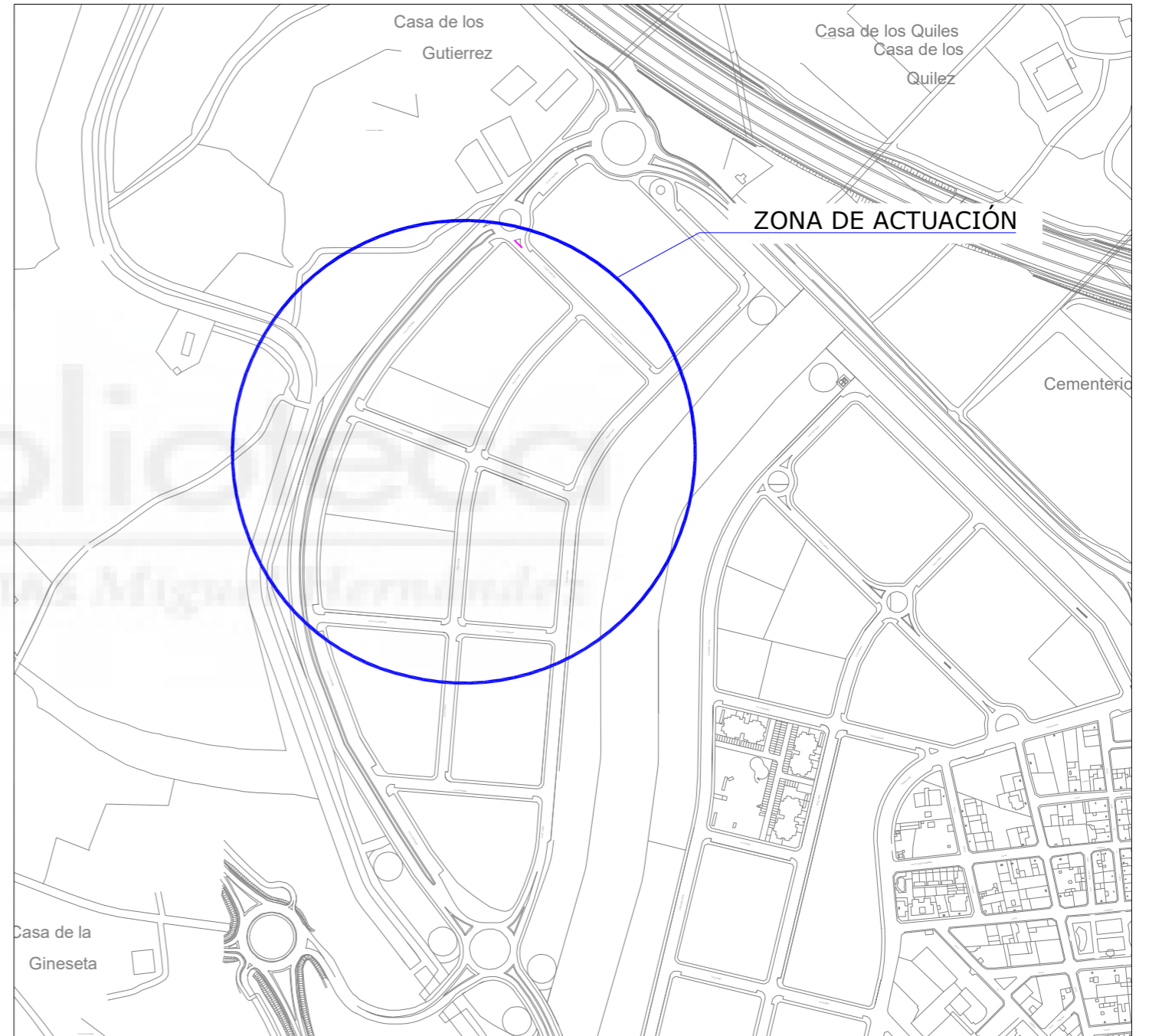
PLANO LLAVE



TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN MIGUEL DE SALINAS



EMPLAZAMIENTO ESCALA 1:5000



AMPLIACIÓN DE LA RED EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

EN NUEVO SAN MIGUEL

EN T.M. DE SAN MIGUEL DE SALINAS (ALICANTE)

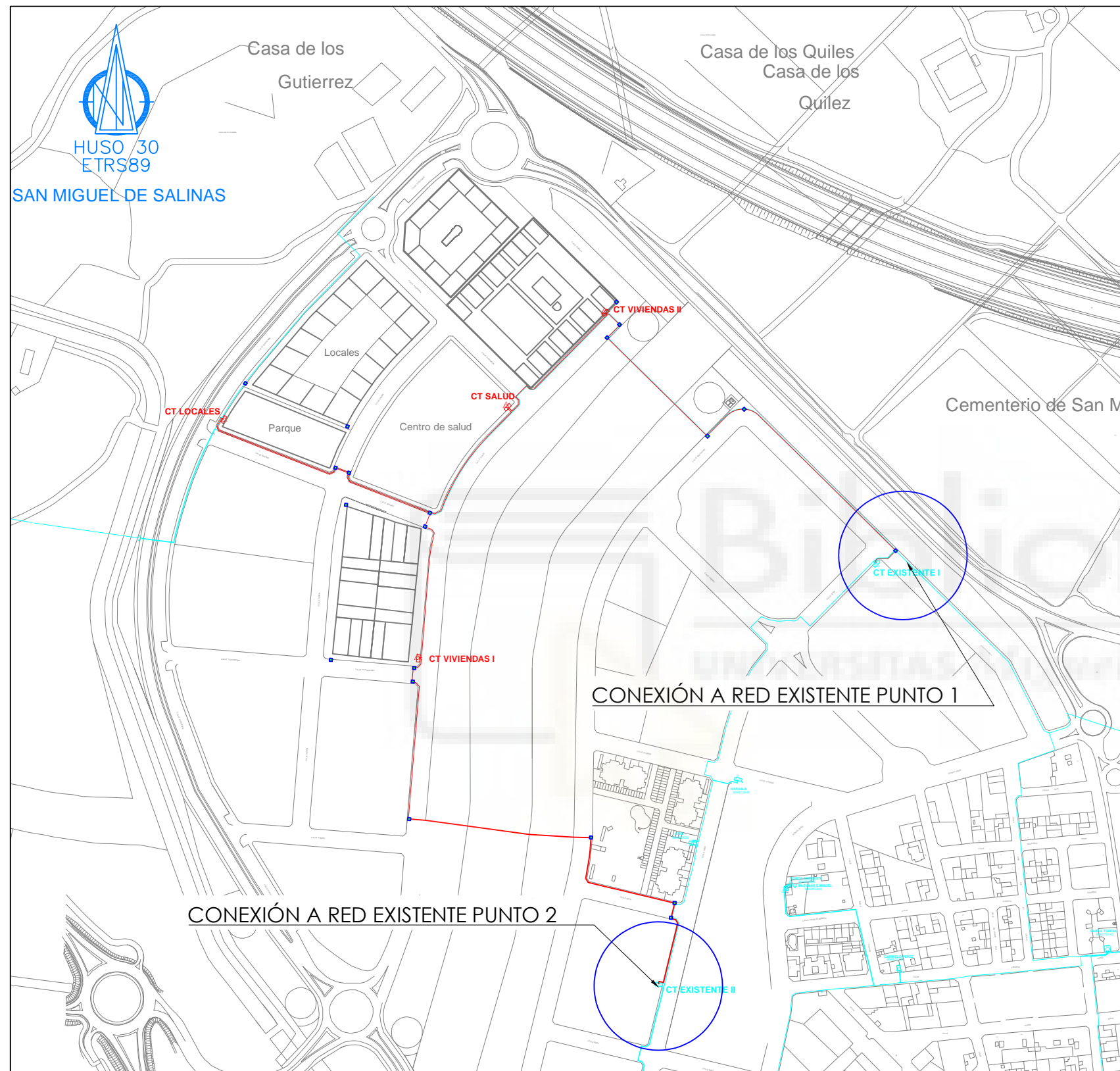
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

LAURA N. ÁLVAREZ GÓMEZ

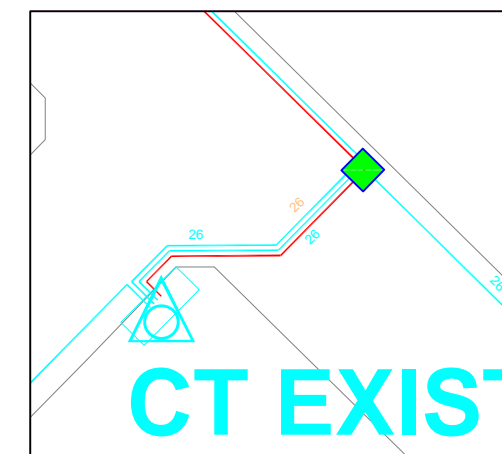
ESCALA VARIAS

F		<b>DIN-A3</b>	
ANUL.		AR	
PROYECTO	TFG	SIGUE HOJA	--
PLANO	TFG_01	HOJA	REV. 0
		1/1	

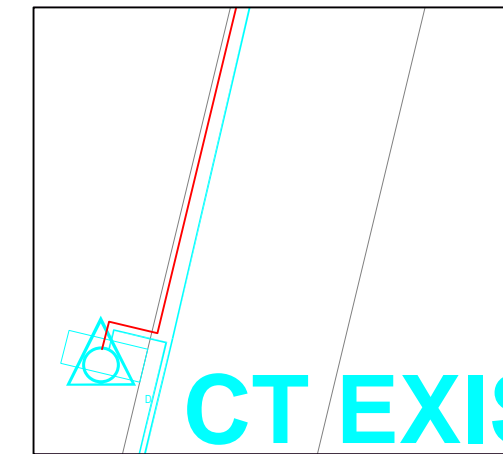
DETALLE DE TRAZADO A ESCALA 1:4000



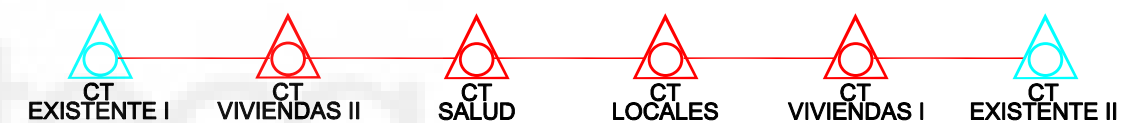
CONEXIÓN RED EXISTENTE PUNTO 1



CONEXIÓN RED EXISTENTE PUNTO 2



ESQUEMA UNIFILAR M.T. PROYECTADO:

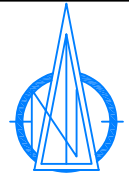


LEYENDA

- NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN
- NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN
- △ CT NUEVO
- ARQUETA IBERDROLA

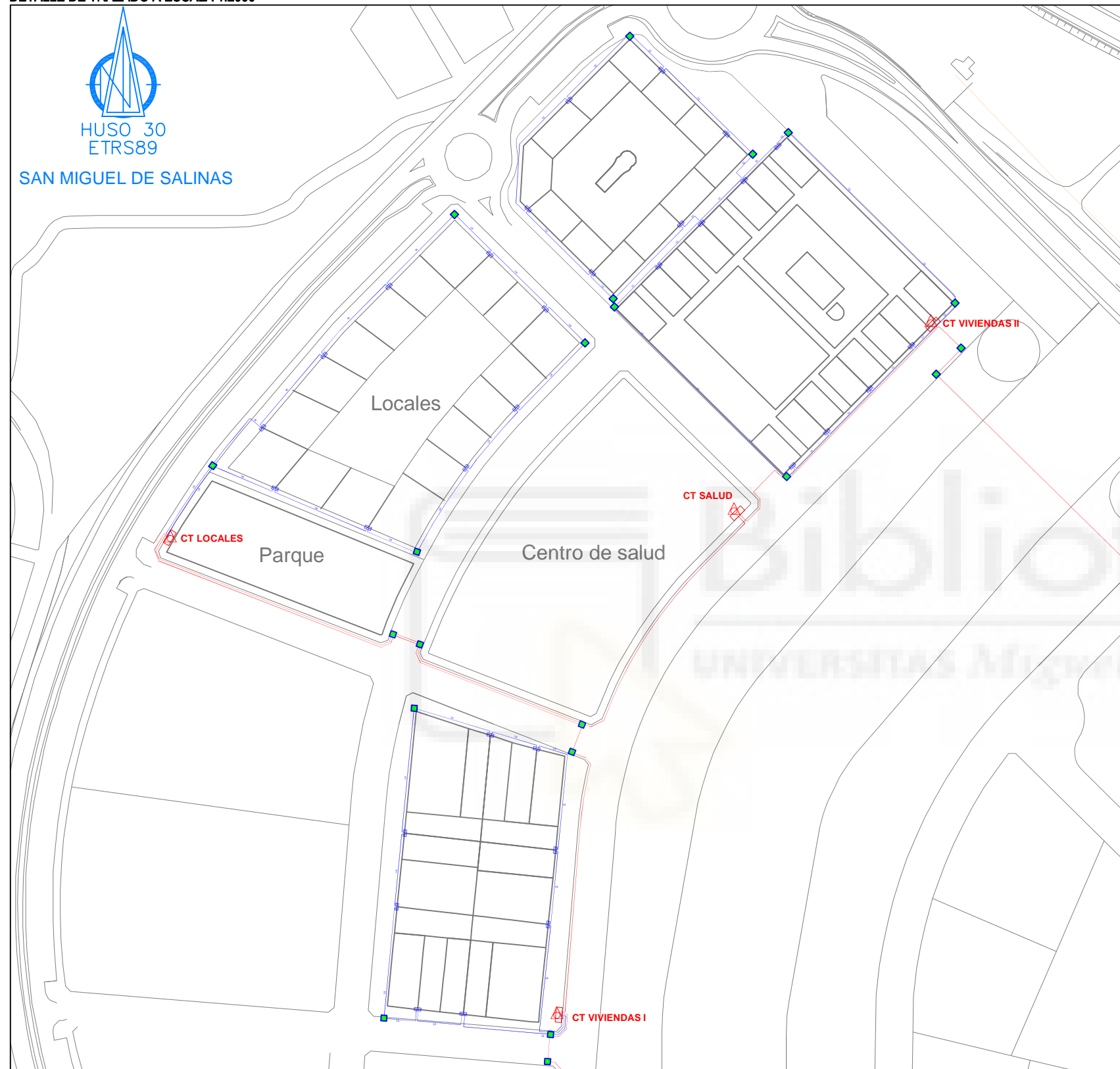
<b>A</b>	<b>0</b>	LAURA N. ÁLVAREZ GÓMEZ	AMPLIACIÓN DE LA RED EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN EN NUEVO SAN MIGUEL EN EL T.M. DE SAN MIGUEL DE SALINAS (ALICANTE) PLANTA TRAZADO RED DE MEDIA TENSIÓN	<b>F</b> <b>ANUL.</b> <b>PROYECTO</b> TFG <b>PLANO</b> TFG_02	<b>DIN-A3</b> <b>AR</b> <b>SIGUE HOJA</b> <b>HOJA</b> 1/1 <b>REV.</b> 0
<b>ESCALA</b> VARIAS					

DETALLE DE TRAZADO A ESCALA 1:2000



HUSO 30  
ETRS89

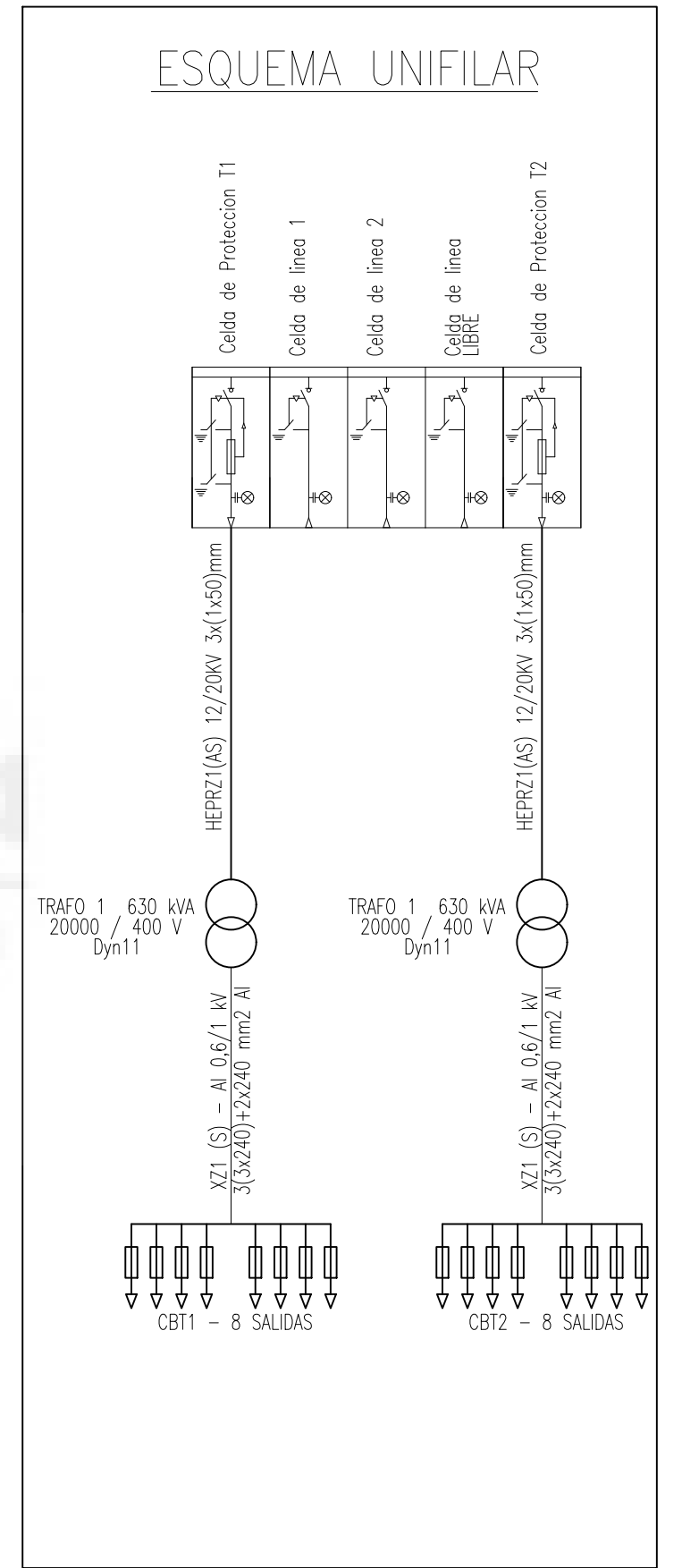
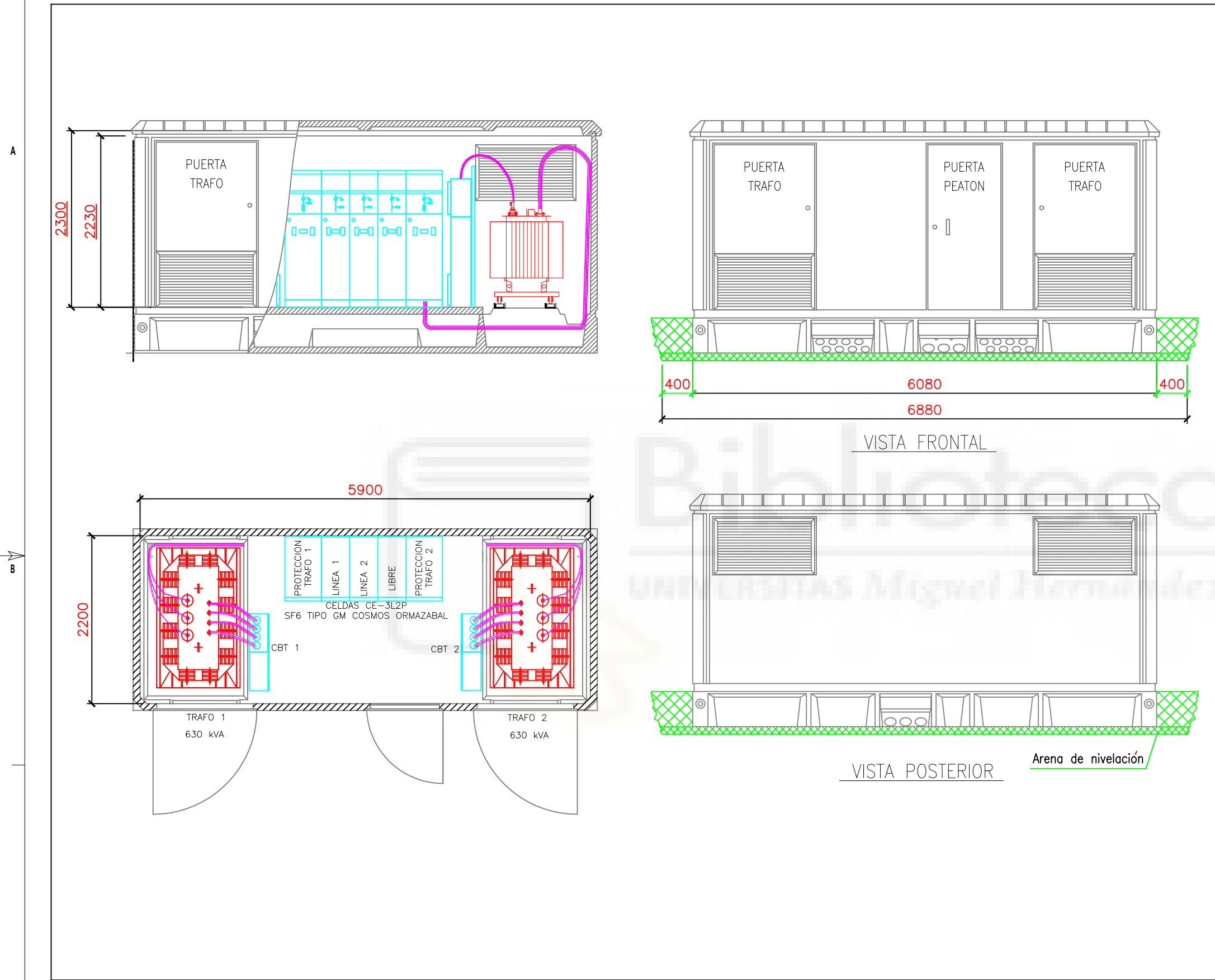
SAN MIGUEL DE SALINAS



LEYENDA	
	NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN
	NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN
	CT NUEVO
	CGP NUEVA
	ARQUETA IBERDROLA

A		0		LAURA N. ÁLVAREZ GÓMEZ		AMPLIACIÓN DE LA RED EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN		F		DIN-A3	
						EN NUEVO SAN MIGUEL		ANUL.		AR	
						EN EL T.M. DE SAN MIGUEL DE SALINAS (ALICANTE)		PROYECTO		TFG	
						PLANTA TRAZADO RED DE BAJA TENSIÓN		PLANO		TFG_03	
				ESCALA		VARIAS		HOJA		1/1	
								REV.		0	

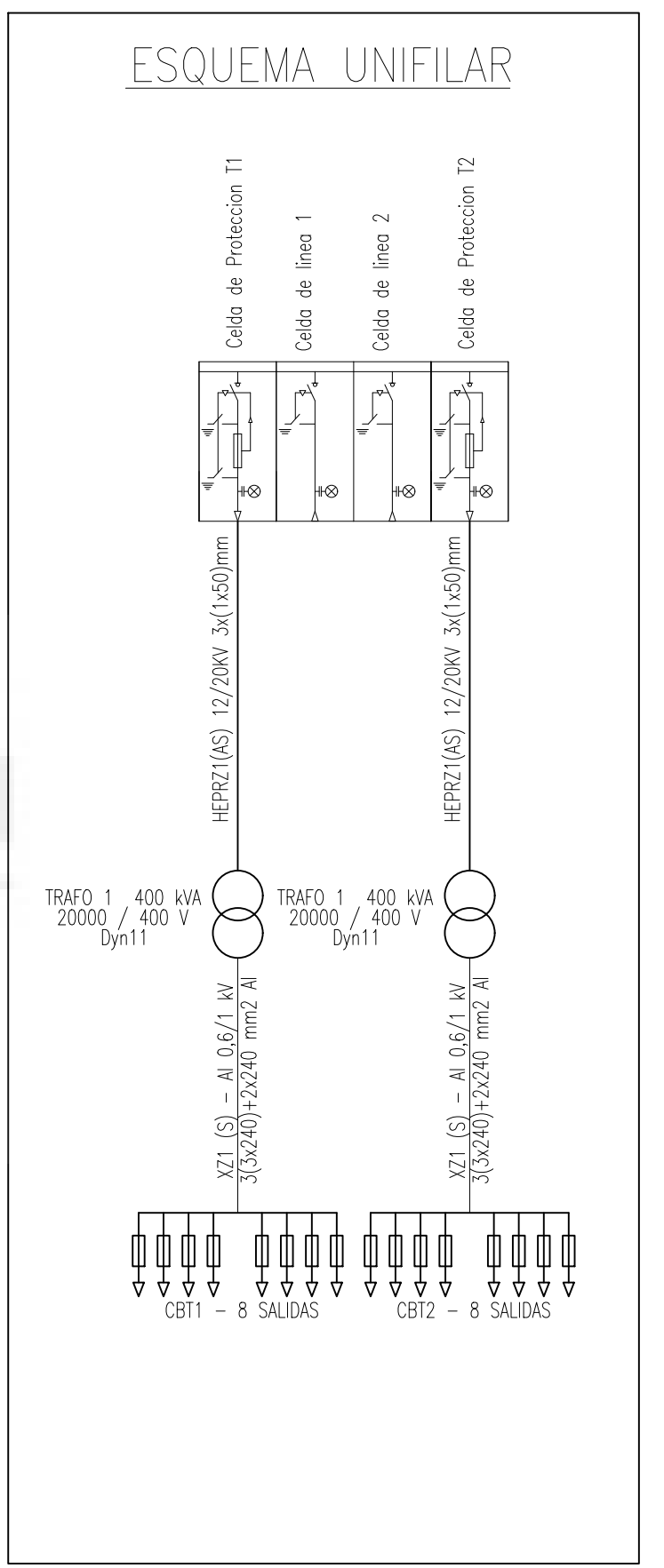
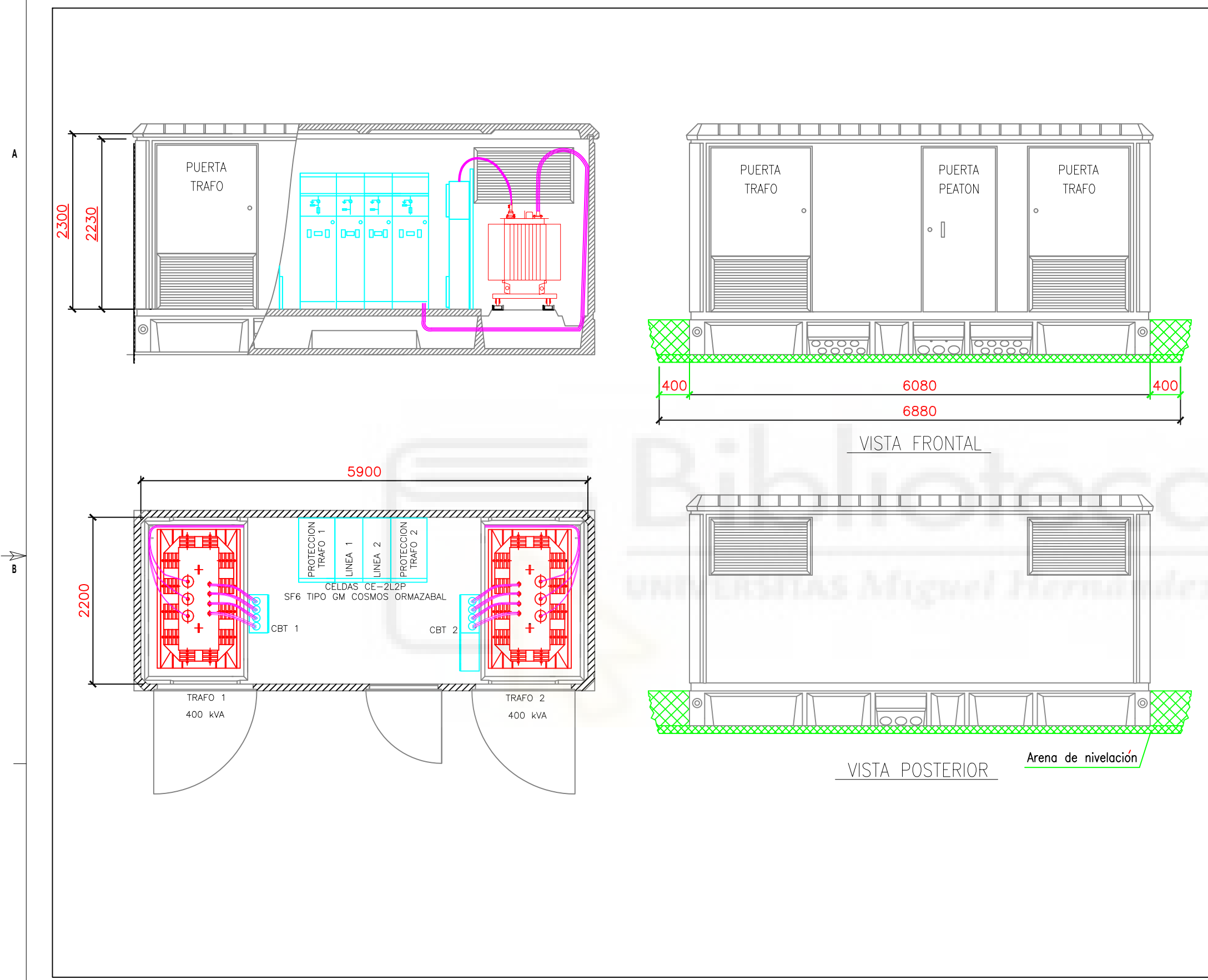
DETALLE DE CT PFU 5 ORMAZABAL CON TRAF0 630 kVA - CT VIVIENDAS I , CT VIVIENDAS II



A		0		LAURA N. ÁLVAREZ GÓMEZ	AMPLIACIÓN DE LA RED EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN EN NUEVO SAN MIGUEL EN EL T.M. DE SAN MIGUEL DE SALINAS (ALICANTE) IMPLANTACIÓN CT	F		DIN-A3									
						ANUL.		AR									
						PROYECTO		TFG									
				ESCALA		VARIAS		PLANO		TFG_04		SIGUE HOJA		HOJA		REV.	
										1/3				0			



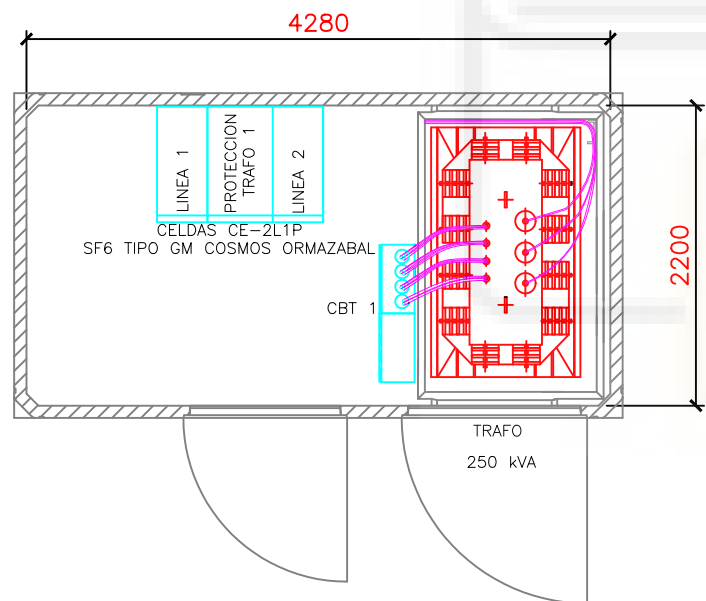
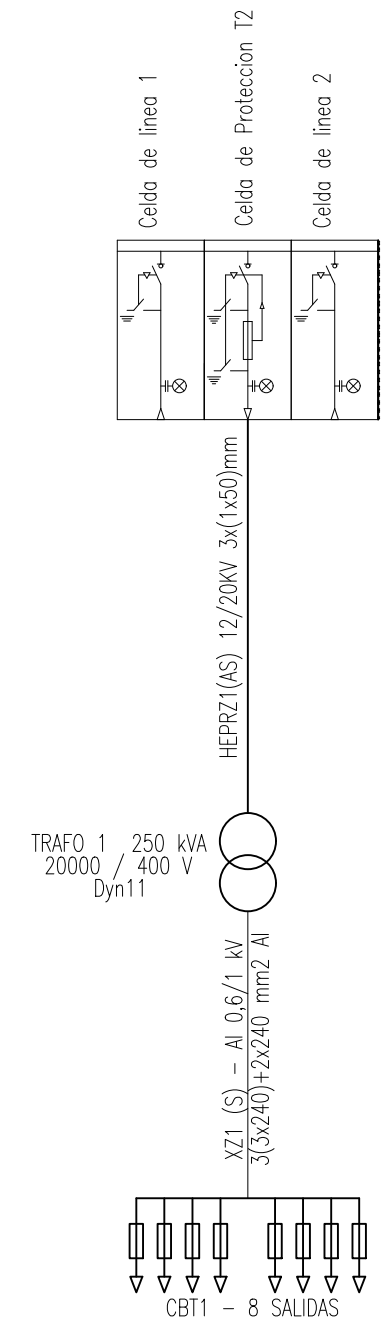
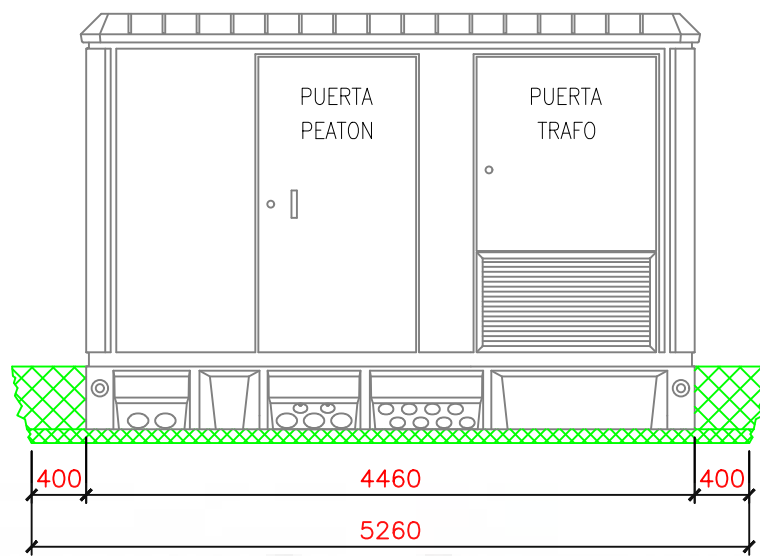
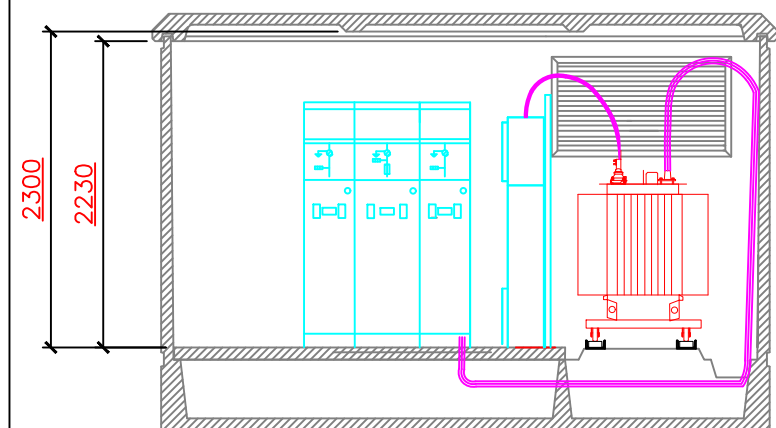
DETALLE DE CT PFU 5 ORMAZABAL CON TRAFU 400 kVA - CT LOCALES



A		0		LAURA N. ÁLVAREZ GÓMEZ	AMPLIACIÓN DE LA RED EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN EN NUEVO SAN MIGUEL EN EL T.M. DE SAN MIGUEL DE SALINAS (ALICANTE) IMPLANTACIÓN CT	F		DIN-A3	
						ANUL.		AR	
						PROYECTO		TFG	
				ESCALA		VARIAS		SIGUE HOJA	
						PLANO		TFG_04	
								HOJA	
								REV.	
								2/3	
								0	

DETALLE DE CT PFU 4 ORMAZABAL CON TRAF0 250 kVA - CT SALUD

ESQUEMA UNIFILAR



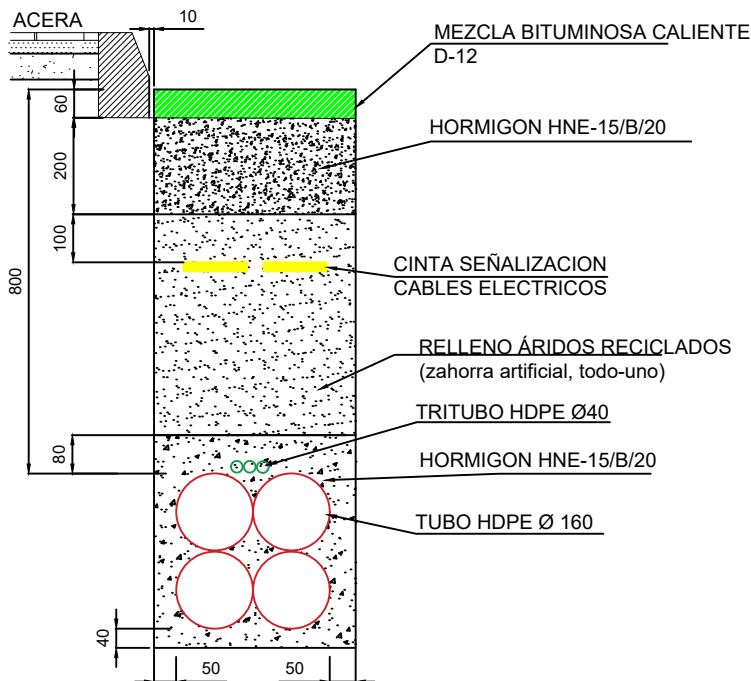
VISTA FRONTAL

VISTA POSTERIOR

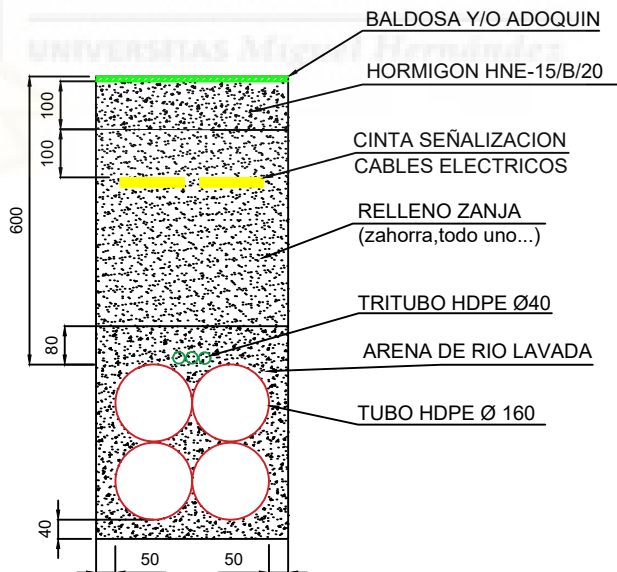
Arena de nivelación

A		0		LAURA N. ÁLVAREZ GÓMEZ	AMPLIACIÓN DE LA RED EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN EN NUEVO SAN MIGUEL EN EL T.M. DE SAN MIGUEL DE SALINAS (ALICANTE) IMPLANTACIÓN CT	F		DIN-A3							
						ANUL.		AR							
						PROYECTO		TFG							
				ESCALA		VARIAS		PLANO		TFG_04		HOJA		REV.	
								3/3		0					

ZANJA TIPO -16  
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA  
con 4 tubos de 160 Ø



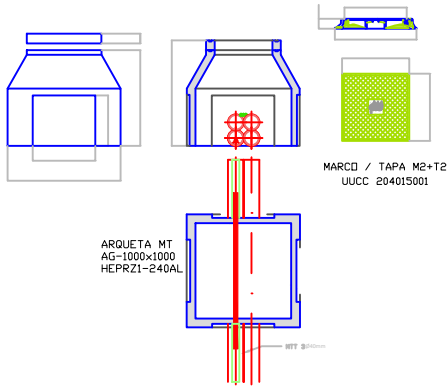
ZANJA TIPO-6  
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA  
con 4 tubos de 160 Ø



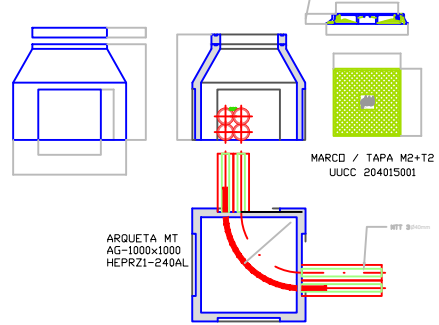
		A	0	LAURA N. ÁLVAREZ GÓMEZ	
		A		ESCALA	1/400
AMPLIACIÓN DE LA RED EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN EN NUEVO SAN MIGUEL EN EL T.M. DE SAN MIGUEL DE SALINAS (ALICANTE) DETALLE DE ZANJAS Y ARQUETAS				F	<b>DIN-A4</b>
				ANUL.	AR
				PROYECTO	TFG SIGUE HOJA
				PLANO	TFG_05 HOJA 1/2 REV. 0

A

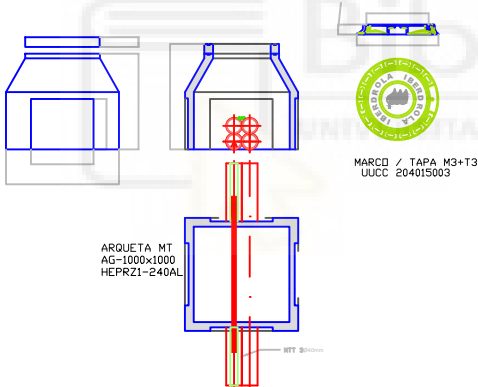
CONSTRUCCION ARQUETA AG 1,0x1,0M EN ACERA  
UCC 204015130



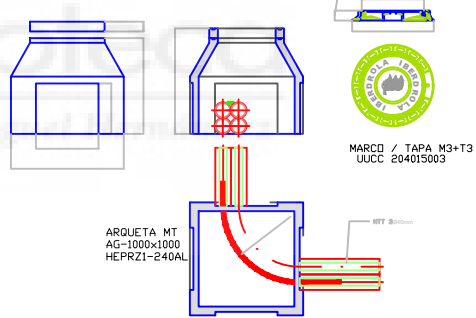
CONSTRUCCIÓN ARQUETA AG 1,0x1,0M EN ACERA  
UCC 204015130



CONSTRUCCIÓN ARQUETA AG 1,0x1,0M EN CALZADA  
UCC 204015130



CONSTRUCCIÓN ARQUETA AG 1,0x1,0M EN CALZADA  
UCC 204015130



B

B

C

C

	A		0			Laura N. Álvarez Gómez	
	A					ESCALA 1/200	
AMPLIACIÓN DE LA RED EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN EN NUEVO SAN MIGUEL EN EL T.M. DE SAN MIGUEL DE SALINAS (ALICANTE) DETALLE DE ZANJAS Y ARQUETAS						F	DIN-A4
						ANUL.	AR
						PROYECTO	TFG SIGUE HOJA
						PLANO	TFG_05 HOJA 2/2 REV. 0

## CAPITULO III

### 6. PLIEGO DE CONDICIONES

#### 6.1. Características de los materiales

Los materiales para instalar en la parte propiedad de i-DE, y los materiales propiedad del cliente, cuya operación y mantenimiento corresponden a i-DE, deberán ajustarse a las NI de obligado cumplimiento del Anexo A y a normas nacionales (UNE), europeas (EN, HD) o internacionales (IEC).

i-DE podrá exigir los certificados y marcas de conformidad a normas, y las actas o protocolo de ensayos correspondientes emitidos por cualquier organismo de evaluación de la conformidad, oficialmente reconocido por la Administración pública competente, exceptuándose de esta exigencia aquellos materiales que, por su pequeña importancia, carecen de normas UNE que los definan.

##### 6.1.1. Cables aislados de media tensión

Cables con aislamiento seco extruido (redes subterráneas). Cumplirán con lo indicado en NI 56.43.01 y NI 56.43.02.

Cables aislados con aislamiento seco extruido y cableado en haz para redes aéreas hasta 30 kV. Cumplirán lo indicado en NI 56.47.01

Terminales y empalmes. Cumplirán con lo indicado en NI 56.80.02.

##### 6.1.2. Electrodo de puesta a tierra y grapas de conexión

Cumplirán con lo indicado en NI 50.26.01 y NI 54.10.01.

Para su conexión en líneas de enlace con tierra se utilizarán grapas de conexión según NI 58.26.03 y NI 58.26.04.

### 6.2. Ejecución y recepción técnica de las instalaciones

#### 6.2.1. Introducción

Las obras de las mencionadas instalaciones deberán realizarse de acuerdo con las instrucciones que se desarrollan a continuación, con lo que se pretende conseguir unos acabados de obra suficientes para poder alcanzar la calidad de servicio establecida en las instalaciones de distribución de i-DE, e igualmente que las obras se realicen cumpliendo en todo momento las normas de Seguridad en el Trabajo.

Con carácter general se hace constar que, durante la ejecución de la obra, la responsabilidad de esta corresponderá a la persona física o jurídica adjudicataria de la

obra a quien en lo sucesivo se llamará Constructor, sin perjuicio de la que legalmente pueda corresponder al director de obra.

Al finalizar estas pruebas se realizará la correspondiente recepción, que consiste en comprobar que las instalaciones realizadas tienen los niveles de calidad técnica exigidos en los capítulos precedentes.

### **6.2.2. Disposiciones que se deben cumplir**

En la ejecución de los trabajos se cumplirán todas las disposiciones oficiales vigentes en materia laboral, Seguridad Social, Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ordenanzas Municipales, Reglamentos de Organismos Oficiales, etc., incluidas las que pudieran promulgarse durante la ejecución de la obra.

i-DE podrá exigir en todo instante que se acrediten estos extremos de forma suficiente por el constructor.

### **6.2.3. Definiciones**

#### **6.2.3.1. Material aceptado**

Es el que se ajusta a normas NI de obligado cumplimiento o en su defecto a normas nacionales (UNE) y cuenta con los certificados o marcas de conformidad a normas. i-DE podrá exigir los certificados o marcas de conformidad a normas y las actas o protocolos de ensayos correspondientes, emitidos por cualquier organismo de evaluación de la conformidad oficialmente reconocido por la Administración pública.

#### **6.2.3.2. Criterios de aceptación**

Son los criterios que definen los niveles mínimos de calidad que deben superar los materiales y unidades construcción de las instalaciones. Estos criterios vienen fijados en los documentos normativos de recepción indicados más adelante.

#### **6.2.3.3. Documento para la recepción**

Es una certificación fechada y firmada por los representantes de i-DE y del constructor, de la aceptación o rechazo de la instalación.

#### **6.2.3.4. Ordenación de los trabajos de ejecución**

Las obras para ejecutar serán las indicadas en el presente documento, redactado de acuerdo con los Proyectos Tipo de aplicación.

Se hará un reconocimiento sobre el terreno comprobando la adecuación del proyecto a la obra real y que se dispone de todas las licencias y permisos necesarios, tanto de particulares como de organismos oficiales, para la realización de las instalaciones.

Se podrán proponer entonces las modificaciones que sean necesarias realizar para la adaptación del proyecto a la realidad. Analizadas y comprobadas las modificaciones propuestas, se redactará en caso de aceptación, el correspondiente Acta de Replanteo.

Durante la ejecución de los trabajos también se podrán plantear variaciones, siempre que no alteren la esencia del proyecto.

En el transcurso de la obra, se realizarán las acciones y revisiones pertinentes para las comprobaciones del mantenimiento de las calidades de obra establecidas; a estos efectos el constructor facilitará los medios necesarios para la realización de las pruebas correspondientes.

Una vez finalizada la obra, se realizará, por parte de i-DE, la correspondiente formalización de aceptación de las instalaciones.

#### **6.2.3.5. Procedimiento de recepción**

Se emitirá un documento de recepción, en el que figuren:

los materiales y unidades de proyecto a recepcionar en cada tipo de obra

las condiciones de recepción de cada material

el resultado de la revisión, indicando "si" procede o "no" procede su aceptación

observaciones donde se indiquen los motivos de la no aceptación

Cuando durante la primera actuación no fuera posible controlar la obra oculta por motivos imputables al constructor, podrán realizarse, a juicio de i-DE, las calas, sondeos, pruebas, etc. necesarias para el correspondiente reconocimiento de la obra ejecutada, siendo estos trabajos de cuenta de dicho constructor.

El documento para la recepción no exime al constructor de la dirección y responsabilidad en la ejecución de los trabajos.

Una vez concluidas las instalaciones, se realizarán cuantos ensayos normalizados por i-DE sean necesarios para comprobar que son capaces de soportar las condiciones de utilización para las que fueron proyectadas.

#### **6.2.4. Materiales**

Las obras se realizarán empleando material aceptado por i-DE, nuevo y en perfecto estado de conservación.

Si la duración de la obra se alargase de tal forma que puedan producirse deterioros en los materiales, el constructor tomará las precauciones necesarias para evitarlo.

El constructor instalará en la obra, y por su cuenta, los locales o almacenes precisos para asegurar la conservación de aquellos materiales que no deben permanecer a la intemperie, evitando así su destrucción o deterioro.

#### **6.2.5. Normas para la ejecución y recepción de las instalaciones**

Las instalaciones se realizarán y recibirán de acuerdo con lo indicado en:

- Anejos y apartados incluidos en este documento.
- Especificaciones particulares de i-DE contenidas en la MT 2.00.65 y MT 2.33.25.
- Normas y disposiciones exigidas por los órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales.

A continuación, se describen las condiciones de ejecución en función del tipo de trabajo:

##### **6.2.5.1. Trazado**

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio de curvatura mínimo durante la instalación de  $15D$  y después de colocado el cable de como mínimo  $4D$  para  $D < 25\text{mm}$  y  $5D$  para  $25 < D < 50\text{ mm}$ , donde  $D$  es el diámetro exterior del cable.



### **6.2.5.2. Apertura de zanjas**

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

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión. La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la empresa propietaria.

### **6.2.5.3. Canalización entubada**

Estarán construidas por tubos de plástico, dispuestos sobre lecho de arena u hormigonados en la zanja, presentando la suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

La profundidad, de acuerdo con el Reglamento de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT-06, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros

en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada. Mientras que la anchura de la zanja será suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta; estarán hormigonados en toda su longitud.
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras.
- En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con espuma de polietileno expandido.

En los puntos donde se produzcan cambios de dirección, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

En el caso de arquetas compartidas con la existencia de empalmes y/o derivaciones de líneas de Baja Tensión, se establecerá una separación física con las líneas de Media Tensión mediante placas de material cerámico, manta retardante al fuego u otro dispositivo físico. En el caso que no sea posible, se realizará el tendido de las líneas de MT en el nivel inferior y las líneas BT por encima de ese nivel.

Todas las canalizaciones deberán estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. Para ello, se contempla la instalación de un multiducto según características definidas en la NI 52.95.20. A este ducto dispondrá de continuidad en todo su recorrido, salvo en las arquetas registrables, donde se dejará debidamente embocado en la arqueta. Para la instalación del multitubo y accesorios se seguirá la MT 2.33.14.

En los casos requeridos, se construirán arquetas de telecomunicaciones cada 100 metros en tramos rectos, en puntos donde se produzcan cambios de dirección de la canalización, y en cruces de calles, avenidas, autovías, ferrocarril o acometidas a galerías de servicio de acuerdo con la MT 2.33.14.

Antes del tendido de los cables se eliminará del interior de los tubos la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

#### **6.2.5.3.1. Asiento de arena (acera)**

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

Se colocará otra capa de arena, de las mismas características, con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente

Después se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento. Para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y de la parte superior del cable de 0,30 m se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

Por último, se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HNE15,0 de unos 0,12 m de espesor y se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura. Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al primitivo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas.

#### **6.2.5.3.2. Asiento de hormigón (calzada)**

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de hormigón HNE15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

Se colocará otra capa de hormigón HNE15,0 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Después se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, usando todo-uno o zahorra salvo que las Ordenanzas Municipales exijan que se utilice hormigón HNE15,0.

Posteriormente se colocará un firme de hormigón de HNE15,0 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura. En todo caso, se seguirán las normas y disposiciones dictadas por el propietario de estas.

### **6.2.5.3.3. Condiciones generales para cruzamiento y paralelismo**

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



## CAPITULO IV

### PRESUPUESTO

#### 4.1 MEDICIONES.

Para las mediciones se han tenido en cuenta las longitudes calculadas según los planos del proyecto. Como base de datos se ha utilizado el Generador de Precios de espacios urbanos en España.

Las partidas a considerar en las mediciones son:

1. Canalización.  
Recoge los trabajos y materiales necesarios para realizar la excavación de zanjas en acera y calzada para el tendido de los tubos.
2. Línea Subterránea de BT.  
Recoge los trabajos y materiales necesarios para realizar el tendido de las líneas subterráneas de baja tensión.
3. Línea Subterránea de MT.  
Recoge los trabajos y materiales necesarios para realizar el tendido de las líneas subterráneas de media tensión.
4. Centros de transformación.  
Recoge los trabajos y materiales necesarios para realizar la instalación y puesta en marcha de los centros de transformación.
5. Cajas generales de protección.  
Recoge los trabajos y materiales necesarios para realizar la instalación y conexionado de las cajas generales de protección.
6. Equipo y maquinaria.  
Incluye todo el equipo y maquinaria para realizar los trabajos recogidos en las partidas de la medición anteriormente descritas.
7. Mano de obra.  
Incluye toda la mano de obra para realizar los trabajos recogidos en las partidas de la medición anteriormente descritas.

1. OBRA CIVIL. CANALIZACIONES					
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
mt01ara010a	m³	Arena con granulometría de 0 a 5 mm de diámetro, limpia.	48,070	14,61 €	702,30 €
mt35aia080ah	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	1479,000	8,97 €	13.266,63 €
mt35tpe030a	m	Tritubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 3x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por tres tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Suministro: en rollos de 300 m de longitud.	1479,000	12,09 €	17.881,11 €
mt47aag001gfj	t	Mezcla bituminosa continua en caliente AC 16 surf B35/50 D, para capa de rodadura, densa, con árido calizo de 16 mm de tamaño máximo, con 0,05 t de betún por t de mezcla, según UNE-EN 13108-1.	1,050	83,36 €	87,53 €
mt35arg100a	Ud	Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 30x30x30 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN.	3,000	6,29 €	18,87 €
mt35arg105a	Ud	Marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado aligerado, de 39,5x38,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN.	3,000	15,80 €	47,40 €
<b>Subtotal Capítulo 1</b>					<b>32.003,84 €</b>

3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN					
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
mt35cun500c	m	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 12/20 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm² de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	1616,000	25,30 €	40.884,80 €
mt35www030	m	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	1616,000	0,26 €	420,16 €
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	24000,000	1,51 €	36.240,00 €
<b>Subtotal Capítulo 3</b>					<b>77.544,96 €</b>

4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN					
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
mt35tra010f	Ud	Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 400 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.	2,000	8.591,11 €	17.182,22 €
mt35tra010g	Ud	Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 630 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.	4,000	10.901,10 €	43.604,40 €
mt35tra010e	Ud	Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 250 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.	1,000	6.695,94 €	6.695,94 €
mt35amt010a	Ud	Celda de línea, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 365x735x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra.	10,000	6.845,10 €	68.451,00 €
mt35amt025a	Ud	Celda de protección con fusible, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 470x735x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra y fusibles combinados.	7,000	3.575,80 €	25.030,60 €
				<b>Subtotal Capítulo 4</b>	<b>160.964,16 €</b>

5. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN					
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
mt35cgp020aa	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 40 A, esquema 1, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	30,000	28,36 €	850,80 €
mt35amc820ahh	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 40 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	90,000	5,85 €	526,50 €
mt35cgp040h	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	90,000	5,44 €	489,60 €
mt35cgp040f	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	90,000	3,73 €	335,70 €
mt26cgp010	Ud	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	30,000	110,00 €	3.300,00 €
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	30,000	1,48 €	44,40 €
<b>Subtotal Capítulo 5</b>					<b>5.547,00 €</b>

6. EQUIPO Y MAQUINARIA					
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
mq04dua020b	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	24,000	10,58 €	253,92 €
mq02rop020	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	131,000	4,00 €	524,00 €
mq02cia020j	h	Camión cisterna, de 8 m³ de capacidad.	24,000	121,25 €	2.910,00 €
mq11ext030	h	Extendidora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	24,000	231,73 €	2,55 €
mq02ron010a	h	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 24,8 kW, de 2450 kg, anchura de trabajo 100 cm.	24,000	56,81 €	0,62 €
mq11com010	h	Compactador de neumáticos autopropulsado, de 12/22 t.	24,000	66,47 €	0,73 €
<b>Subtotal Capítulo 6</b>					<b>3.691,82 €</b>

7. MANO DE OBRA					
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	800,000	22,53 €	18.024,00 €
mo113	h	Peón ordinario construcción.	700,000	21,19 €	14.833,00 €
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	350,000	23,16 €	8.106,00 €
mo102	h	Ayudante electricista.	350,000	21,75 €	7.612,50 €
<b>Subtotal Capítulo 7</b>					<b>48.575,50 €</b>

<b>TOTAL PRECIO EJECUCIÓN</b>					<b>343.205,63 €</b>
-------------------------------	--	--	--	--	---------------------