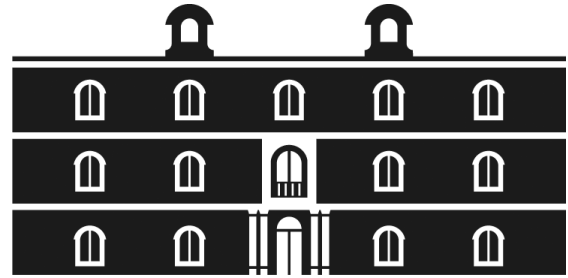




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**

etsii UPCT

# Diseño de redes de distribución y centros de transformación para una urbanización de viviendas.

**Titulación:** Ingeniería técnica industrial  
**Intensificación:** Electricidad.  
**Alumno/a:** Damián Martínez  
Hernández.  
**Director/a/s:** Alfredo ConesaTejerina.  
Juan Jose Portero  
Rodriguez.

Cartagena, 20 de Junio de 2014.

## INDICE:

1. MEMORIA .....	13
1.1. Objeto del proyecto .....	14
1.2. Titulares de la instalación: al inicio y al final .....	14
1.3. Usuarios de la instalación .....	15
1.4. Emplazamiento de la instalación .....	15
1.5. Legislación y normativa aplicable .....	15
1.6. Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia. ....	17
1.6.1. Red de Baja Tensión.....	17
1.6.2. Red de Media Tensión. ....	17
1.6.2.1. Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo. ....	18
1.6.3. Centros de Transformación.....	18
1.6.3.1. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.....	18
1.7 Descripción de las instalaciones.....	20
1.7.1 Red de Baja Tensión. ....	20
1.7.1.1 Trazado.....	22
1.7.1.1.1 Longitud. ....	22
1.7.1.1.2. Inicio y final de la línea.....	22
1.7.1.1.3Cruzamientos, paralelismos, etc. ....	22
1.7.1.1.4. Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I. ....	25
1.7.1.2.Puesta a Tierra y continuidad del neutro. ....	25
1.7.2 Red de Media Tensión. ....	25
1.7.2.1. Trazado.....	25
1.7.2.1.1. Puntos de entronque y final de línea. ....	26
1.7.2.1.2 Longitud. ....	26
1.7.2.1.3.Términos municipales afectados. ....	26
1.7.2.1.4. Relación de cruzamientos, paralelismos, etc. ....	26
1.7.2.1.5.Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.....	28
1.7.2.2.Materiales. ....	28
1.7.2.2.1.Aislamientos.....	29
1.7.2.2.2.Accesorios. ....	29
1.7.2.2.3.Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.....	30
1.7.2.3.Zanjas y sistema de enterramiento. ....	30
1.7.2.3.1Medidas de señalización y seguridad. ....	30
1.7.2.4.Puesta a Tierra. ....	31
1.7.3 Centros de Transformación. ....	31

1.7.3.1Generalidades.....	31
1.7.3.1.1.EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: PFU-5/20 .....	31
1.7.3.1.1.1Características de los materiales.....	32
1.7.3.1.1.2. Características detalladas PFU-5/20 .....	34
1.7.3.1.1.4.Características de la Aparamenta de Media Tensión.....	35
1.7.3.1.1.5. Características Descriptivas de la aparamenta MT y Transformadores .....	37
1.7.3.1.1.6. Características Descriptivas de los cuadros de Baja Tensión.....	40
1.7.3.1.1.7. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión .....	41
1.7.3.1.1.8. Medida de la energía eléctrica .....	42
1.7.3.1.1.9.Unidades de protección, automatismo y control.....	42
1.7.3.1.1.10.Puesta a Tierra .....	42
1.9.3.1.1.11. Instalaciones secundarias .....	42
1.7.3.1.2. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: miniBLOK.....	44
1.7.3.1.2.1. Características de los Materiales .....	44
1.7.3.1.2.2- Instalación eléctrica.....	47
1.7.3.1.2.3.Características de la Aparamenta de Media Tensión.....	47
1.7.3.1.2.4.Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores.....	49
1.7.3.1.2.5.Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	50
1.7.3.1.2.6.Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	51
1.7.3.1.2.7Medida de la energía eléctrica .....	51
1.7.3.1.2.8Unidades de protección, automatismo y control.....	51
1.7.3.1.2.9.Puesta a Tierra .....	51
1.7.3.1.2.10Instalaciones secundarias .....	53
<b>2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS .....</b>	<b>54</b>
2.1 Calculo de baja tensión.....	55
2.1.1.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1 .....	68
a) Anillo1: .....	68
b) Anillo 2: .....	73
2.1.2.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2 .....	79
a) Anillo 1. ....	80
b) Anillo2: .....	85
c) Anillo 3: .....	91
2.1.3.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3 .....	95
a) Anillo 1. 95	
b) Anillo 2: 101	
2.1.4.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4 .....	106
a)Anillo 1: 106	
b) Anillo2: 112	
2.1.5.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5 .....	117

a) Anillo 1:	117	
b) Anillo2:	123	
2.1.6.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 6 .....		128
a) Anillo1:	129	
b) Anillo2:	134	
2.1.7.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 7 .....		138
a) Anillo1:	138	
b) Anillo2:	143	
2.1.8.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8 .....		148
a) Anillo1:	148	
b) Anillo2:	153	
2.1.9.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 9 .....		158
a) Anillo1:	158	
b) Anillo2:	163	
2.1.10.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 10 .....		168
a) Anillo1:	168	
b) Anillo2:	174	
2.1.11.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 11 .....		179
a)Anillo1:	179	
b) Anillo2:	185	
2.1.12.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 12 .....		190
a)Anillo1:	190	
b) Anillo2:	195	
2.1.13.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 13 .....		200
a)Anillo1:	200	
b) Anillo2:	205	
2.1.14.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 14 .....		209
a)Anillo 1:	210	
b) Anillo 2:	215	
2.2	RED DE MEDIA TENSIÓN.....	222
2.2.1.	LINEA AEREA DE MEDIA TENSION.....	222
2.2.1.1	Características generales de la línea aérea de media tensión a diseñar .....	222
2.2.1.2.	Características del Conductor a Utilizar .....	223
2.2.1.3-	Cálculo Eléctrico de los Conductores .....	223
2.2.1.3.1.-	Densidad Máxima de Corriente Admisible .....	223
2.2.1.3.2.-	Reactancia Aparente .....	224
2.2.1.3.3.-	Caída de Tensión.....	225
2.2.1.3.4.-	Potencia a Transportar .....	226
2.2.1.3.5.-	Pérdidas de Potencia .....	227

2.2.1.4- Cadena de amarre. ....	227
2.2.1.4.1- Cadena de aisladores. Características generales. ....	228
2.2.1.5.- Entronque Aéreo-Subterráneo. ....	232
2.2.2 LSMT ACOMETIDA – CENTRO DE REPARTO .....	236
2.2.2.1 Criterios para la determinación de la sección: .....	236
2.2.2.2.Criterio de la sección por intensidad máxima admisible .....	237
2.2.2.3.Criterio de caída de tensión.....	239
2.2.2.4.Criterio de Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores:.....	240
2.2.2.5. Capacidad de transporte de la línea .....	241
2.2.2.6. Potencia máxima de transporte. ....	241
2.2.3 .LSMT CENTRO DE REPARTO – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO.....	242
2.2.3.1 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible.....	242
2.2.3.2 Criterio de caída de tensión .....	244
2.2.3.3 Criterio de Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores: .....	245
2.2.3.4 Otras características eléctricas: .....	246
2.2.3.4.1 Capacidad de transporte de la línea .....	246
2.2.3.4.2 Potencia máxima de transporte.....	246
2.2.4 CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN.....	247
2.2.4.1 Criterios para la determinación de la sección: .....	247
2.2.4.2 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible .....	247
2.2.4.3 Criterio de Caída de Tensión.....	251
2.2.4.4Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores .....	257
2.2.3.5. Otras características eléctricas .....	258
2.2.3.5.1. Potencia máxima de transporte por tramos .....	258
2.4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	260
2.4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20 (CR) .....	260
2.4.1.1Intensidad de Media Tensión. ....	260
2.4.1.2.Intensidad de Baja Tensión .....	260
2.4.1.3. Cortocircuitos .....	261
2.4.1.3.1. Observaciones.....	261
2.4.1.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito .....	261
2.4.1.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión .....	261
2.4.1.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión .....	262
2.4.1.3.5. Selección de fusibles de media y baja tensión .....	262
2.4.1.3.6. Dimensionado del embarrado .....	262
2.4.1.3.7. Comprobación por densidad de corriente .....	262
2.4.1.3.8. Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	262
2.4.1.3.9. Comprobación por sollicitación térmica .....	262
2.4.1.4. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos .....	263

2.4.1.5. Dimensionado de los puentes de MT .....	264
2.4.1.6. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación. ....	264
2.4.1.7. Dimensionado del pozo apagafuegos .....	264
2.4.1.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra .....	264
2.4.1.8.1. Investigación de las características del suelo .....	264
2.4.1.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. ....	265
2.4.1.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	265
2.4.1.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra .....	265
2.4.1.8.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación .....	268
2.4.1.8.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación .....	269
2.4.1.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas .....	269
2.4.1.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior .....	270
2.4.1.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial.....	272
2.4.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN miniBLOcK.....	272
2.4.2.1 Intensidad de Media Tensión .....	272
2.4.2.2. Intensidad de Baja Tensión .....	272
2.4.2.3. Cortocircuitos .....	274
2.4.2.3.1. Observaciones.....	274
2.4.2.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito .....	274
2.4.2.3.2. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión .....	274
2.4.2.3.3. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión .....	275
2.4.2.3.4. Dimensionado del embarrado .....	275
2.4.2.3.5. Comprobación por densidad de corriente .....	275
2.4.2.3.6. Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	275
2.4.2.3.7. Comprobación por sollicitación térmica.....	275
2.4.2.4. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos .....	276
2.4.2.5. Dimensionado de los puentes de MT .....	277
2.4.2.6. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación. ....	277
2.4.2.7. Dimensionado del pozo apagafuegos .....	277
2.4.2.6. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra .....	277
2.4.2.6.1. Investigación de las características del suelo .....	277
2.4.2.6.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. ....	278
2.4.2.6.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra .....	278
2.4.2.6.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra .....	278
2.4.2.6.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación .....	281
2.4.2.6.7. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación .....	282
2.4.2.6.8. Cálculo de las tensiones aplicadas .....	282

2.4.2.6.9.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior .....	284
2.4.2.6.10.	Corrección y ajuste del diseño inicial .....	285
<b>3.</b>	<b>ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>286</b>
3.1	ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LINEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN .....	287
3.1.2.	CAMPO DE APLICACIÓN.....	287
3.1.3	NORMATIVA APLICABLE.....	287
3.1.3.2	NORMAS IBERDROLA .....	288
3.1.4.	METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	288
3.1.4.2.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	290
3.1.4.3.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS.....	290
3.1.4.4.	PROTECCIONES.....	290
3.1.4.5.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....	291
3.1.5.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	292
3.1.5.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL .....	293
3.1.5.3.	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.....	295
3.1.5.3.2	Relleno de tierras.....	296
3.1.5.3.3	Encofrados .....	296
3.1.5.3.4	Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra .....	297
3.1.5.3.5	Trabajos de manipulación del hormigón.....	297
3.1.5.3.6	Instalación eléctrica provisional de obra.....	297
3.1.5.4	MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LINEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN .....	300
3.1.5.4.1	TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES.....	300
3.1.5.4.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS, APERTURA DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO.....	301
3.1.5.4.4	TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.....	303
3.1.6.	CONCLUSIÓN.....	305
3.1.7	ANEXOS	305
3.2.	ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS Y PREFABRICADOS.....	312
3.2.2.	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	312
3.2.2.1.	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	312
3.2.2.2.	SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	312
3.2.2.3.	VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	312
3.2.2.4.	INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	313
3.2.3.	MEMORIA.....	313
3.2.3.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.....	313
3.2.3.1.2.	ESTRUCTURA.....	314
3.2.3.1.3.	CERRAMIENTOS.....	315
3.2.3.1.4.	ALBAÑILERÍA.....	315
3.2.3.2.	MONTAJE.....	316

3.2.3.2.1.	COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS. ....	316
3.2.3.2.2	MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T. ....	316
3.2.3.2.3.	OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN. ....	317
3.2.4.	ASPECTOS GENERALES. ....	317
3.2.4.1.	BOTIQUÍN DE OBRA. ....	318
3.2.5.	NORMATIVA APLICABLE. ....	318
3.2.6	ANEXOS	319
<b>4.1</b>	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b> .....	<b>329</b>
4.1	Estimación de la cantidad de residuos generados y su codificación.....	330
4.2	Medida para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.....	330
4.3	Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinaran los residuos que se generan en la obra. ....	330
4.4	Medidas de separación de los residuos, segun el R.D 105/2008 articulo 5, punto 5. ....	331
4.5	Planos de las instalaciones previstas para el manejo de los residuos. ....	331
4.6	Prescripciones del pliego de prescripciones tecnicas particulares. ....	331
	<b>PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....	<b>332</b>
5.1.	Condiciones generales. ....	333
5.1.2.	Reglamentos y normas. ....	333
5.1.3.	Disposiciones generales. ....	333
5.1.4.	Ejecución de las obras. ....	333
5.1.4.2.	Ejecución. ....	334
5.1.4.3.	Libro de órdenes. ....	334
5.1.5.	Interpretación y desarrollo del proyecto. ....	334
5.1.6.	Obras complementarias. ....	334
5.1.7.	Modificaciones. ....	335
5.1.8.	Obra defectuosa. ....	335
5.1.9.	Medios auxiliares. ....	335
5.1.10.	Conservación de obras. ....	335
5.1.11.	Recepción de las obras. ....	335
5.1.11.2.	Plazo de garantía. ....	336
5.1.11.3.	Recepción definitiva. ....	336
5.1.12.	Contratación de la empresa. ....	336
5.1.12.2.	Presentación. ....	336
5.1.12.3.	Selección. ....	336
5.1.13.	Fianza. ....	336
5.1.14.	Condiciones económicas. ....	337
5.1.14.2.	Precios. ....	337
5.1.14.3.	Revisión de precios. ....	337



5.1.14.4.	Penalizaciones.....	337
5.1.14.5.	Contrato.....	338
5.1.14.6.	Responsabilidades.....	338
5.1.14.7.	Rescisión del contrato.....	338
5.1.14.8.	Liquidación.....	339
5.1.15.	Condiciones facultativas.....	339
5.1.15.2.	Personal.....	339
5.2.	PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.....	340
5.2.1.1.	Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.....	340
5.2.1.1.1.	Tendido de los cables.....	341
5.2.1.1.2.	Protección mecánica y de sobreintensidad.....	343
5.2.1.1.3.	Señalización.....	343
5.2.1.1.4.	Empalmes y terminales.....	344
5.2.1.1.5.	Cajas generales de protección (CGP).....	344
5.2.1.1.6.	Cajas generales de protección y medida (CPM).....	346
5.2.1.1.7.	Armarios de distribución.....	346
5.2.1.2.	Accesorios.....	347
5.2.1.3.	Medidas eléctricas.....	347
5.2.1.4.	Obra civil.....	347
5.2.1.5.	Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.....	347
5.2.2.	Normas generales para la ejecución de las instalaciones.....	348
5.2.3.	Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.....	350
5.2.4.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	350
5.2.5.	Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o organismos de control.....	351
5.3.	PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN.....	352
5.3.1.1.	Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.....	352
5.3.1.1.1.	Tendido de los cables.....	353
5.3.1.1.1.1.	Manejo y preparación de bobinas.....	353
5.3.1.1.1.2.	Tendido de cables en zanja.....	353
5.3.1.1.1.3.	Tendido de los cables en tubulares.....	355
5.3.1.1.1.4.	Empalmes.....	356
5.3.1.1.1.5.	Terminales.....	356
5.3.1.1.1.6.	Transporte de bobinas de cables.....	356
5.3.1.2.	Accesorios.....	356
5.3.1.3.	Obra civil.....	356
5.3.1.4.	Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.....	357
5.3.2.	Normas generales para la ejecución de las instalaciones.....	358
5.4.	PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	360

5.4.1.2.	Aparamenta de Media Tensión. ....	360
5.4.1.3.	Transformadores. ....	360
5.4.1.4.	Equipos de medida.....	361
5.4.2.	Normas de ejecución de las instalaciones. ....	361
5.4.3.	Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra. ....	362
5.4.4.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad. ....	362
5.4.5.	Certificados y documentación. ....	362
5.4.6.	Libro de órdenes. ....	362
<b>6.</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>344</b>
6.1.	PRESUPUESTO LÍNEA AERÉA DE MEDIA TENSIÓN. ....	345
6.2	PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN .....	347
6 . 2 . 1	PRESUPUESTO UNITARIO.....	347
6.3	PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN.....	349
6.3.1	PRESUPUESTO UNITARIO.....	349
6.4.	PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO PFU-5/20 .....	351
6.4.1.	ESUPUESTO UNITARIO .....	351
6.5	PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO MINIBLOCK .....	352
6.5.1	PRESUPUESTO UNITARIO .....	352
6.6.	PRESUPUESTO ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	353
6.6.1.	PRESUPUESTO UNITARIO.....	353
6.6.2.	PRESUPUESTO TOTAL .....	358
6.7.	PRESUPUESTO ESTUDIO PLAN DE GESTION DE RESIDUOS.....	359
6.7.1	ESUPUESTO UNITARIO .....	359
6.7.3	PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO .....	361





# **1. MEMORIA**

## **1.1. Objeto del proyecto**

En este proyecto se lleva a cabo el estudio de la instalación eléctrica de un polígono residencial ubicado en Santa Ana (Cartagena). Calculando la red de media tensión desde el centro de reparto a catorce centros de transformación y la red de baja tensión de cada centro de transformación a las respectivas **CGPS** de las viviendas unifamiliares y edificios a alimentar. Se hace un estudio de todas las medidas de protección de las líneas y selección de los fusibles y tipos de cable a utilizar.

Por otra parte también se realizará el cálculo y diseño de una línea aérea de Media Tensión que se deriva de la red de distribución de 20 KV. Disponemos de un punto de acometida (alimentado hipotéticamente desde un entronque aéreo subterráneo), desde el cual se trazará un anillo de media tensión a 20 KV para distribuir la energía eléctrica a los distintos centros de transformación del anillo.

Se diseñara los centros de transformación usando dos tipos, para el centro de reparto usaremos un PFU y para los demás usaremos otro PFU y el resto MINIBLOCK. Se justificara el diseño de los mismos y material empleado para su elaboración.

Se realiza un estudio básico de seguridad y salud en cual se eligen las medidas preventivas a tener en cuenta para mayor seguridad y así evitar cualquier riesgo laboral. Justificando y elaborando el rendimiento de todas estas medidas para evitar futuros riegos y problemas.

Se realiza un Plan de Gestión de residuos donde se establecen los requisitos mínimos de su producción y gestión, con objeto de promover su prevención, reutilización, reciclado, valorización y el adecuado tratamiento de los destinados a eliminación. Se analizan los residuos de construcción y demolición que se producirán en la obra y se crea una estimación de su cantidad, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que deberán formar parte del presupuesto del proyecto. El impacto de la obra en el terreno a edificar.

## **1.2. Titulares de la instalación: al inicio y al final**

Al inicio el titular de la instalación es la Universidad Politécnica de Cartagena con dirección Campus Muralla del Mar. Edificio Antiguo Hospital de Marina. C/ Dr. Fleming S/N. E-30202. Cartagena, más adelante ésta será traspasada a la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola.

### **1.3. Usuarios de la instalación**

Los distintos usuarios de la instalación serán las personas físicas que se encuentren viviendo en el polígono residencial tanto en viviendas unifamiliares y edificios, como el mismo ayuntamiento de Cartagena el cual dispone de una parcela en la que se tiene previsto construir un equipamiento social y educativo.

### **1.4. Emplazamiento de la instalación**

La diputación de Santa Ana se localiza 7 kilómetros al norte de la capital municipal.

Ver planos:

1: Situación.

2: Emplazamiento

Siendo su posición geográfica aproximada con relación al meridiano inicial de Greenwich, la siguiente:

- Longitud oeste 1º 40'

- Latitud norte 37º 00'

### **1.5. Legislación y normativa aplicable**

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son:

Normas general:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- 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.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Murcia.
- Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 a 09.
- Normas UNE y normas EN.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Normas y recomendaciones de diseño de los edificios para los Centros de Transformación:

- **CEI 61330 UNE-EN 61330**, Centros de Transformación prefabricados.
- **RU 1303A**, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- **NBE-X**, Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de la aparatación eléctrica:

- **CEI 60694 UNE-EN 60694**, Estipulaciones comunes para las normas de aparatación de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X**, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 60298 UNE-EN 60298**, Aparatación bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 60129 UNE-EN 60129**, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.



- **RU 6407B**, Aparata prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafluoruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- **CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1**, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- **CEI 60420 UNE-EN 60420**, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X UNE-EN 60076-X**, Transformadores de potencia.
- **UNE 20101-X-X**, Transformadores de potencia.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- **RU 5201D**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- **UNE 21428-X-X**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV

## **1.6. Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.**

### **1.6.1. Red de Baja Tensión.**

Se dispone en el complejo de quince parcelas (1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 21) diseñadas para la creación de viviendas unifamiliares y seis parcelas destinadas a edificios (4, 5, 8, 9, 19 y 20), cinco zonas comunes ajardinadas, un equipamiento social y otro juvenil.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica, en cuanto a las zonas ajardinadas la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m<sup>2</sup>, el equipamiento social se le asignará una potencia de 10 W por cada m<sup>2</sup>, al equipamiento juvenil se le asignará una potencia de 5 W por cada m<sup>2</sup> y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales se resolverá instalando tres centros de mando de 20 KW cada uno.

### **1.6.2. Red de Media Tensión.**

Para el desarrollo de la L.S.M.T. en primer lugar realizaremos una derivación de la Línea Media Tensión procedente de un hipotético entronque aéreo subterráneo hasta el punto de acometida. A partir de aquí se enlazará con el Centro de Reparto. Desde éste se desarrollará un anillo de MT en instalación subterránea que enlace todos los CT ubicados en el interior de la urbanización con el fin de llevar energía eléctrica a todos los puntos y se dará servicio al centro de transformación de abonado de un centro comercial situado en el exterior de la parcela objeto del estudio.

### 1.6.2.1. Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo.

Se prevé que la Línea Subterránea de Media de Tensión (L.S.M.T) alimente a un total de 12 Centros de Transformación con una potencia cada uno de 400 kVA, por lo tanto el total de potencia ascenderá hasta los 4800 kVA.

En función de esta potencia total escogeremos el conductor más apropiado para el diseño y obtendremos la Potencia Máxima a Transportar. Todo el proceso de cálculo será realizado en el apartado referente a los cálculos eléctricos justificativos.

### 1.6.3. Centros de Transformación.

Los Centros de Transformación tipo compañía, objetos de este proyecto, tienen la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

Centro de Transformación PFU:

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.
- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Centros de Transformación MINIBLOK:

- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas

#### 1.6.3.1. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 230 V, con una potencia máxima simultánea de 8392,48 Kw. Donde 8275,19 KW pertenecen a viviendas unifamiliares, edificios, centro de mando de viales y jardines. Por otro lado disponemos de 117,29 KW que pertenecen a equipamiento social y equipamiento juvenil a los cuales le aplicamos un coeficiente de simultaneidad perteneciente a zonas comerciales.

$$PCT(KVA) = \frac{\sum BT(KW) \times 0.4}{0.9} + \frac{\sum BT(KW) \times 0.6}{0.9} = \frac{8275,19 \times 0.4}{0.9} + \frac{117,29 \times 0.6}{0.9} = 3756,05 \text{ KVA}$$

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en cada Centro de Transformación es de 400 kVA. Para llegar al total de potencia instalada se instalarán 12 Centros de Transformación realizando uno de ellos las funciones de reparto y maniobra.

A continuación realizamos una tabla con las potencias previstas para cada parcela de la urbanización:

PARCELA Nº	POTENCIA
1	220,8
2	312,8
3	110,4
4	1010,6
5	1011,95
6	193,2
7	202,4
8	606,31
9	924,3
10	248,4
11	202,4
12	165,6
13	303,6
14	156,4
15	156,4
16	128,8
17	220,8
18	119,6
19	1084,91
20	694,5
21	82,8
EQUIPAMIENTO SOCIAL	16,61
EQUIPAMIENTO JUVENIL	100,68
JARDÍN 1	21,5509906
JARDÍN 2	24,0658873
JARDÍN 3	8,55376742
JARDÍN 4	7,89962762
JARDÍN 5	12,8134515
JARDÍN 6	13,338803
ALUMBRADO VIALES	30
TOTALES	8392,48253

## 1.7 Descripción de las instalaciones.

### 1.7.1 Red de Baja Tensión.

Las instalaciones que nos encontramos en el polígono son las siguientes:  
10 parcelas de viviendas (viviendas unifamiliares y edificios), 4 zonas ajardinadas, un equipamiento social y educativo, y el alumbrado de los viales.

La previsión de cargas de cada parcela y sus características las describimos a continuación:

PARCELA Nº	NUM.VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	ESCALERAS
1	24	ELEVADA	
2	34	ELEVADA	
3	12	ELEVADA	
4	140	BASICA	10
5	140	BASICA	10
6	21	ELEVADA	
7	22	ELEVADA	
8	88	BASICA	10
9	132	BASICA	10
10	27	ELEVADA	
11	22	ELEVADA	
12	18	ELEVADA	
13	33	ELEVADA	
14	17	ELEVADA	
15	17	ELEVADA	
16	14	ELEVADA	
17	24	ELEVADA	
18	13	ELEVADA	
19	150	BASICA	10
20	100	BASICA	10
21	9	ELEVADA	
EQUIPAMIENTO SOCIAL	Previsión de 10 W/m <sup>2</sup>		
EQUIPAMIENTO JUVENIL	Previsión de 5 W/m <sup>2</sup>		
JARDINES	Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m <sup>2</sup>		
ALUMBRADO VIALES	TRES CENTROS DE MANDO 20 KW/UD.		

Para el diseño de la red eléctrica de baja tensión usaremos los conductores del tipo XZ1(S) de Prysmian con una sección determinada para cada caso en función de la potencia que vaya a soportar dicho conductor, la longitud que cubre su respectivo fusible y la caída de tensión de la red.

Se diseñarán las redes con dos anillos por cada centro de transformación MINIBLOCK y con tres anillos por cada centro de transformación PFU, estas irán directamente enterradas y con una separación mínima de los conductores en la misma zanja de 40 cm.

En las viviendas unifamiliares y el alumbrado de viales se colocarán las cajas de derivación junto con las cajas de protección y medida (CPM), éstas serán las especificadas por la empresa suministradora, teniendo uno o dos contadores monofásicos según sea necesario.

En los demás casos se utilizarán cajas generales de protección (CGP) especificadas por la empresa suministradora.

### 1.7.1.1 Trazado.

El trazado de las distintas instalaciones de baja tensión será bajo la acera directamente enterrado.

#### 1.7.1.1.1 Longitud.

Las longitudes de los distintos anillos de baja tensión son las siguientes:

CT Nº	LONGITUD DEL ANILLO 1	LONGITUD DEL ANILLO 2	LONGITUD DEL ANILLO 3
CT 1-R	324,68	361,06	
CT 2	496,17	466	336,98
CT 3	166,76	118,12	
CT 4	449,57	495,48	
CT 5	454,81	485,86	
CT 6	301,62	273,42	
CT 7	304,95	296,81	
CT 8	169,86	370,43	
CT 9	169,33	320,7	
CT 10	380,52	445,98	
CT 11	342,6	298,53	
CT 12	306,86	137	
CT 13	447,84	419,19	
CT 14	143,88	183,67	

#### 1.7.1.1.2. Inicio y final de la línea.

Al tratarse de una configuración de la red en anillo el inicio y el final de las redes de baja tensión están en el centro de transformación respectivo de cada trazado.

#### 1.7.1.1.3 Cruzamientos, paralelismos, etc.

##### Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocarán en conductos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.
- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.
- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima

de estas canalizaciones de 0,20 m.

#### Canalizaciones:

Los cables irán directamente enterrados y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulo pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 10 veces el diámetro exterior.
3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
4. Los cables se alojarán en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapara con 25 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

La protección mecánica estará constituida por un TUBO DE PVC de 160 mm. Cuando haya más de una línea se colocará un tubo y una placa de protección para ofrecer resistencia mecánica al conjunto. Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

#### Canalización Entubada:

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo o gran parte de su trazado. Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03. El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5cm.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. En la continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

**Empalmes y conexiones:**

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.



#### **1.7.1.1.4. Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.**

Todas las Redes Subterráneas de baja tensión proyectadas discurren por vía pública, por lo que no existen propietarios afectados por el paso de la línea.

#### **1.7.1.2. Puesta a Tierra y continuidad del neutro.**

El conductor de Neutro de las redes subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el Centro de Transformación, aunque fuera del Centro es aconsejable su puesta a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

La continuidad del Conductor Neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación:

- El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, por lo menos cada 200 m y en las cajas generales de protección, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borde del neutro mediante conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de CU, como mínimo.

- El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por uno de los dispositivos siguientes:

1. Interruptor o seccionador que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases, o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.

2. Unión en el neutro próximas a los interruptores o Seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que solo pueden ser accionadas mediante herramientas especiales, no debiendo ser seccionado el neutro sin haber sido antes las fases, ni conectas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

### **1.7.2 Red de Media Tensión.**

#### **1.7.2.1. Trazado.**

La línea discurrirá por terrenos de dominio público pertenecientes al término municipal de Cartagena, su disposición será bajo la acera con conductores directamente enterrados.

1. L.S.M.T. desde la acometida hasta el Centro de Reparto.
2. L.S.M.T. en anillo conectando todos los Centros de Transformación.
3. L.S.M.T. desde el Centro de Reparto hasta el centro de abonado (Centro Comercial).

#### **1.7.2.1.1. Puntos de entronque y final de línea.**

En la primera parte de la L.S.M.T. el punto de acometida será el mostrado en el plano nº 17 y su punto final de línea estará ubicado en la conexión con el Centro de Reparto (PFU-5/20). Para la segunda parte de la L.S.M.T., es decir para el diseño del anillo, su punto principal de salida será desde el Centro de Reparto (PFU-5/20) hacia la conexión con los demás Centros de Transformación, llegando de nuevo a éste. Ver plano del anillo de media tensión (plano 19). Para la tercera parte de la L.S.M.T. su punto de salida será desde el Centro de Reparto (PFU-5/20) hasta el centro de abonado (Centro Comercial) situado en la parte exterior del proyecto objeto del estudio. Ver plano del abonado (plano 18)

#### **1.7.2.1.2 Longitud.**

La longitud de la línea desde el punto de acometida hasta el Centro de Reparto (PFU-5/20) es de 14 metros.

La longitud de la línea desde el centro de transformación de abonado hasta el Centro de Reparto (PFU-5/20) es de 479,03 metros.

La longitud del anillo que enlaza los distintos Centros de Transformación desde el Centro de Reparto (PFU-5/20) es de 2.663,14 metros.

#### **1.7.2.1.3. Términos municipales afectados.**

El trazado de la línea en el presente proyecto sólo afecta al término municipal correspondiente al Ayuntamiento de Cartagena.

#### **1.7.2.1.4. Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.**

Las condiciones que cumplirán en los cruces y paralelismos las instalaciones de Media Tensión serán las siguientes:

##### Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocarán en tubos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.
- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.
- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m.

## Canalizaciones

Los cables irán directamente enterrados y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulo pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: 10 veces el diámetro exterior.
3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
4. Los cables se alojarán en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapara con 25 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

La protección mecánica estará constituida por un TUBO DE PVC de 160 mm de diámetro cuando por la zanja discurra 1 ó 2 líneas y por un tubo y placas cubrecables de plástico cuando el número sea mayor.

Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

### Canalización Entubada .

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo o gran parte de su trazado.

Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03.

El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5cm.

La profunda de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

#### Empalmes y conexiones :

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

#### **1.7.2.1.5.Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.**

Todas las Redes Subterráneas de media tensión proyectadas discurren por vía pública, por lo que no existen propietarios afectados por el paso de la línea.

#### **1.7.2.2.Materiales.**

##### **1.7.2.2.1.Conductores.**

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco de las siguientes características:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
- Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
- Tipos de conductores: Los propuestos en la siguiente tabla:

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal (kV)	Resistencia Máx. (ohmios/km)	Reactancia por fase (ohmios/km)	Capacidad (f/km)
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453

#### 1.7.2.2.1. Aislamientos.

Los conductores serán aislados en seco para una tensión de 20 KV. El aislamiento será de Etileno-propileno de alto módulo (HEPR), siendo la cubierta de poliolefina termoplástica.

Se trata de un material que resiste perfectamente la acción de la humedad y además posee la estructura de una goma. Es un cable idóneo para instalaciones subterráneas en suelos húmedos, incluso por debajo del nivel freático. Debido a su reducido diámetro y a la mejor manejabilidad de la goma HEPR, es un cable adecuado para instalaciones en las que el recorrido sea muy sinuoso.

#### 1.7.2.2.2. Accesorios.

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberá aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el manual técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante. Como tubo para la canalización se emplearán tubos PVC 160 Ø corrugado de doble pared con interior liso de las siguientes características:

CARACTERÍSTICA	UNIDADES
Diámetro nominal	160 mm
D. nominal ext.	160 + 2,9-0 mm
IP	54
R. compresión	>450 N
R. impacto	N (Uso normal)
Norma fabricación	UNE-EN 50086-2-4

Los tubos irán hormigonados en todo su recorrido con hormigón de planta de H=200.

### **1.7.2.2.3. Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.**

Al inicio de la línea en punto de acometida se colocarán las debidas protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos.

La línea al final irá conectada a un centro de transformación con las debidas protecciones en sus celdas de Media Tensión. El anillo que enlazará todos los centros de transformación, irá protegido para la salida y entrada de la línea mediante las celdas de Media Tensión correspondientes a cada centro de transformación.

### **1.7.2.3. Zanjas y sistema de enterramiento.**

La Línea Subterránea de Media Tensión irá directamente enterrada bajo la acera a una profundidad de 1 metro y una anchura como mínimo de 0,35 metros. Nunca se instalará bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.

Los cruces de las calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial e irán con tubos de 160 mm de diámetro para introducir los cables. Por otra parte se colocarán arquetas cada 40 metros para la inspección y tendido de los conductores.

#### **1.7.2.3.1 Medidas de señalización y seguridad.**

- Disposición de canalización directamente enterrada:

A una distancia mínima del suelo de 0,10 metros y a la parte superior del cable de 0.25 m se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, también se pondrá un tubo de 160 mm de diámetro como protección mecánica, éste podrá ser usado como conducto de cables de control y redes multimedia.

- Disposición de canalización directamente enterrada en cruces:

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

#### **1.7.2.4.Puesta a Tierra.**

- Puesta a tierra de las cubiertas metálicas:

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

- Pantallas:

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos. Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas.

Ver plano: 36.puestas a tierra

#### **1.7.3 Centros de Transformación.**

Los Centros de Transformación constan de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de estos Centros de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

##### **1.7.3.1Generalidades.**

A continuación se describirán todas las partes de las que se componen tanto los Centros de Transformación PFU como los miniBLOK.

##### **1.7.3.1.1.EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: PFU-5/20**

Descripción:

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

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

### **1.7.3.1.1 Características de los materiales**

#### Envolvente

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

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

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación. En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

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

#### Placa piso .

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

#### Accesos

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

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

#### Ventilación

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

#### Acabado



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

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

### Calidad

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

### Alumbrado

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

### Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

### Cimentación

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

### **1.7.3.1.1.2. Características detalladas PFU-5/20**

Nº de transformadores	1
Nº reserva de celdas	1
Tipo de ventilación	Normal
Puertas de acceso peatón	1 puerta

<b>DIMENSIONES EXTERIORES</b>	
Longitud	6080 mm
Fondo	2380 mm
Altura	3045 mm
Altura vista	2585 mm
Peso	17460 kg

<b>DIMENSIONES INTERIORES</b>	
Longitud	5900 mm
Fondo	2200 mm
Altura	2355 mm

<b>DIMENSIONES EXCAVACIÓN</b>	
Longitud	6880 mm
Fondo	3180 mm
Profundidad	560

### **1.7.2.1.1.3. Instalación Eléctrica**

Características de la Red de Alimentación:

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

### **1.7.3.1.1.4. Características de la Aparata de Media Tensión**

Celda: **CGMCOSMOS**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

Construcción:

- Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.
- 3 Divisores capacitivos de 24 kV.
- Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.
- Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

Seguridad:

- Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.
- Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

- Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.
- Inundabilidad: Equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

*Grados de Protección:*

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

Conexión de cables:

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

Enclavamientos:

- La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Tensión nominal Nivel de aislamiento	24 KV
Frecuencia industrial (1 min) A tierra y entre fases	50 KV
Frecuencia industrial (1 min) A la distancia de seccionamiento	60 KV
Impulso tipo rayo A tierra y entre fases	125 KV
Impulso tipo rayo A la distancia de seccionamiento	145 KV

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

### 1.7.3.1.1.5. Características Descriptivas de la aparamenta MT y Transformadores

#### **Celda: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

Tensión asignada	24 KV
Intensidad asignada	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz	16 KA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta	40 KA
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	28 KV
Nivel de aislamiento - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	75 KV
Capacidad de cierre (cresta)	40 KA
Capacidad de corte Corriente principalmente activa	400 A

#### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Ancho	365 mm
Fondo	735 mm
Alto	1740 mm
Peso	95 kg

Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: Manual tipo B

**Celda: Seccionamiento Compañía: CGMCOSMOS-S Interruptor pasante .**

Celda con envoltorio metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-S de interruptor pasante está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, para aislar las partes izquierda y derecha del mismo y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Tensión asignada	24 KV
Intensidad asignada	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz	16 KA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta	40 KA
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	50 KV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	125 KV
Capacidad de cierre (cresta)	40 KA
Capacidad de corte Corriente principalmente activa	400 A

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Ancho	450 mm
Fondo	735 mm
Alto	1740 mm
Peso	105 kg

Otras características constructivas:

- Mando interruptor: Manual tipo B

### **Celda: Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

### **CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Tensión asignada	24 KV
Intensidad asignada en el embarrado	400 A
Intensidad asignada en la derivación	200 A
Intensidad fusibles	3x25 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz	16 KA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta	40 KA
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) tierra y entre fases	50 KV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de corte Corriente principalmente activa:	400 A

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Ancho	470 mm
Fondo	735 mm
Alto	1740 mm
Peso	140 kg

Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: Manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: Combinados

### **Transformador 1: Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

#### **CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS**

Regulación en el primario	+ 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
Tensión de cortocircuito	4%
Grupo de conexión	Dyn11
Protección incorporada al transformador	Termómetro

### **1.7.3.1.1.6. Características Descriptivas de los cuadros de Baja Tensión**

#### **Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO**

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

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

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

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

- Zona de salidas:

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



## - CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión asignada de empleo	440 V
Tensión asignada de aislamiento	500 V
Intensidad asignada en los embarrados	1600 A
Frecuencia asignada	50 HZ
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	10 KV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) entre fases	2.5 KV
Intensidad Asignada de Corta duración 1 s	24 KV
Intensidad Asignada de Cresta	50.5 KA
Salidas de Baja Tensión	5 salidas (5 x 400 A)

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Anchura	1000 mm
Altura	1360 mm
Fondo	350 mm

### 1.7.3.1.1.7. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión .

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:
- Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**
- Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.
- Interconexiones de BT:
- Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**
- Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.
- Defensa de transformadores:
- Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**
- Protección metálica para defensa del transformador
  
- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: ***Equipo de iluminación***

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

#### **1.7.3.1.1.8. Medida de la energía eléctrica**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

#### **1.7.3.1.1.9. Unidades de protección, automatismo y control**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

#### **1.7.3.1.1.10. Puesta a Tierra**

- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas

y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior .

- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

#### **1.9.3.1.1.11. Instalaciones secundarias**

##### Armario de primeros auxilios.

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

##### Medidas de seguridad.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones

entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los

agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

### **1.7.3.1.2. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: miniBLOK**

#### **1.7.3.1.2.1. Características de los Materiales**

##### Descripción:

- miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT).

- miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 36 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.

- Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

- El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

- La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

- Así mismo, la utilización de aparamenta de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

##### Envolvente:

- Los edificios prefabricados de hormigón para miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total

impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

- Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

- En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

### Características Detalladas

Nº de transformadores	1
Puertas de acceso peatón	1 puerta

### DIMENSIONES EXTERIORES

Longitud	2100 mm
Fondo	2100 mm
Altura	2240 mm
Altura vista	1540 mm
Peso	7500 kg

### DIMENSIONES INTERIORES

Longitud	1940 mm
Fondo	1980 mm
Altura	1550 mm

### DIMENSIONES EXCAVACIÓN

Longitud	4300 mm
Fondo	4300 mm
Altura	800 mm

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

### **1.7.3.1.2.2- Instalación eléctrica.**

Características de la red de alimentación.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,10 kA eficaces.

### **1.7.3.1.2.3. Características de la Aparata de Media Tensión**

Celdas: **CGMCOSMOS-2L1P**

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

-Celdas CGMCOSMOS

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

Base y frente

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

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

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

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

Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de

1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas. Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

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

#### -Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

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

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

#### Mando

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

#### Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

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

#### Conexión de cables

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

#### Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

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



<b>- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión nominal	24 V
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases	125 KV
Impulso tipo rayo a la distancia de seccionamiento	145 KV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	50 KV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a la distancia de seccionamiento	60 KV

#### **1.7.3.1.2.4. Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores**

##### E/S1,E/S2,PT1: **CGMCOSMOS-2LP**

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

CGMCOSMOS-2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS.

La celda CGMCOSMOS-2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

##### Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</b>	
Regulación en el primario	+ 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
Tensión de cortocircuito	4%
Grupo de conexión	Dyn11
Protección incorporada al transformador	Termómetro

### **1.7.3.1.2.5. Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión**

#### **Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO**

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

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

#### Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

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

#### Zona de salidas

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

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión asignada de empleo	440 V
Tensión asignada de aislamiento	500 V
Intensidad asignada en los embarrados	1600 A
Frecuencia asignada	50 HZ
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	10 KV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) entre fases	2.5 KV
Intensidad Asignada de Corta duración 1 s	24 KV
Intensidad Asignada de Cresta	50.5 KA
Salidas de Baja Tensión	5 salidas (5 x 400 A)

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Anchura	1000 mm
Altura	1360 mm
Fondo	350 mm

### 1.7.3.1.2.6. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

#### Interconexiones de MT:

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

#### Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

#### Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

### 1.7.3.1.2.7 Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

### 1.7.3.1.2.8 Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

### 1.7.3.1.2.9. Puesta a Tierra

- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas

metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

#### **1.7.3.1.2.10 Instalaciones secundarias**

##### Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

##### Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

- Los mandos de la apartamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la apartamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

-El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## **2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

## 2.1 Calculo de baja tensión.

Para empezar haremos una clasificación según el tipo de electrificación:

Básica: 5750 W

Elevada: 9200 W

En los bloques de viviendas utilizamos una electrificación básica, mientras que en las viviendas unifamiliares utilizaremos una electrificación elevada.

La potencia prevista para este proyecto viene repartida en parcelas indicadas en el cuadro siguiente:

PREVISION DE CARGAS				
PARCELA N°	NUM. C.G.P.	NUM. VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	VIVIENDA TIPO
1	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIA
2	17	34	ELEVADA	UNIFAMILIA
3	6	12	ELEVADA	UNIFAMILIA
4	14	140	BASICA	COLECTIVA
5	14	140	BASICA	COLECTIVA
6	11	21	ELEVADA	UNIFAMILIA
7	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIA
8	8	88	BASICA	COLECTIVA
9	12	132	BASICA	COLECTIVA
10	14	27	ELEVADA	UNIFAMILIA
11	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIA
12	9	18	ELEVADA	UNIFAMILIA
13	17	33	ELEVADA	UNIFAMILIA
14	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIA
15	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIA
16	7	14	ELEVADA	UNIFAMILIA
17	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIA
18	7	13	ELEVADA	UNIFAMILIA
19	15	150	BASICA	COLECTIVA
20	10	100	BASICA	COLECTIVA
21	5	9	ELEVADA	UNIFAMILIA
EQUIPAMIENTO SOCIAL			Previsión de 10 W/m2	
EQUIPAMIENTO JUVENIL			Previsión de 5 W/m2	
JARDINES			Luminaria Na HP 100 W. cada 30	
ALUMBRADO DE VIALES			TRES CENTROS DE MANDO 20	

**Carga correspondiente a viviendas unifamiliares:**

Parcela	Nº Viviendas	Electrificacion (kw)	Potencia TOTAL (KW)
1	24	9,2	220,8
2	34	9,2	312,8
3	12	9,2	110,4
6	21	9,2	193,2
7	22	9,2	202,4
10	27	9,2	248,4
11	22	9,2	202,4
12	18	9,2	165,6
13	33	9,2	303,6
14	17	9,2	156,4
15	17	9,2	156,4
16	14	9,2	128,8
17	24	9,2	220,8
18	13	9,2	119,6
21	9	9,2	82,8
Potencia TOTAL (KW)			2824,4

Carga correspondiente a los bloques de viviendas.

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la siguiente tabla, según el número de viviendas. Esto es aplicable exclusivamente a edificios de viviendas, excluyendo a las viviendas unifamiliares.

Nº Viviendas (n)	Coeficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6



14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

Coefficiente de simultaneidad, según el número de viviendas.

### Cargas correspondientes a los pisos.

Parcela	Nº Viviendas	Electrificación (kw)	Potencia (KW)
4	140	5,75	805
5	140	5,75	805
8	88	5,75	506
9	132	5,75	759
19	150	5,75	862,5
20	100	5,75	575
			4312,5

### Cargas correspondientes a ascensores y montacargas.

En este proyecto elegiremos un tipo de aparato elevador ITA-1 para las distintas escaleras de los bloques de viviendas.

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

Para las seis parcelas de bloques de viviendas la distribución de cargas será:

PARCELAS	Nº ESCALERAS	POTENCIA POR ESCALERA (KW)	POTENCIA POR PARCELA (KW)
4	14	4,5	63
5	14	4,5	63
8	8	4,5	36
9	12	4,5	54
19	15	4,5	67,5
20	10	4,5	45

Cargas correspondientes al alumbrado de la escalera:

Para el alumbrado del portal y escaleras de los bloques de viviendas estimo una potencia de 3,45kW.

Para las seis parcelas de bloques de viviendas la distribución de cargas será:

PARCELAS	Nº ESCALERAS	POTENCIA POR ESCALERA(KW)	POTENCIA POR PARCELA(KW)
4	14	3,45	48,3
5	14	3,45	48,3
8	8	3,45	27,6
9	12	3,45	41,4
19	15	3,45	51,75
20	10	3,45	34,5

Cargas correspondientes a los garajes:

Para el cálculo de potencia de los garajes se ha tenido en cuenta una superficie útil del 80% de la superficie total, y una previsión de 20 W/m<sup>2</sup> para dar cumplimiento al Código Técnico de la Edificación, en cuanto a la obligatoriedad de disponer de un sistema de ventilación forzada. La alimentación de los mismos se llevara a cabo en dos fases de acuerdo con la previsión expuesta anteriormente.

PARCELAS	Área (m <sup>2</sup> )	80% area (m <sup>2</sup> )	POTENCIA(20W/m <sup>2</sup> )=KW
4	5893,59677	4714,877412	94,29754824
5	5977,88347	4782,306775	95,6461355
8	2294,23429	1835,387435	36,7077487
9	4369,04278	3495,234226	69,90468451
19	6447,21708	5157,773664	103,1554733
20	2500,55925	2000,4474	40,00894801

AL FINAL EL REPARTIMIENTO DE CARGAS EN EDIFICIOS QUEDARA DE LA SIGUIENTE FORMA:

PARCELAS	PISOS	ASCENSOR	ALUMBRADO	GARAJES	TOTALES (KW)
4	805	63	48,3	94,2975482	1014,59755
5	805	63	48,3	95,6461355	1016,94614
8	506	36	27,6	36,7077487	614,307749
9	759	54	41,4	69,9046845	933,304685
19	862,5	67,5	51,75	103,155473	1103,90547
20	575	45	34,5	40,008948	714,508948
<b>TOTALES (KW)</b>					<b>5397,57054</b>

Carga correspondiente al equipamiento social.

Se estima una carga considerando una potencia de 10W por cada metro cuadrado.

$$P_{E.S.} = Superficie(m^2) \times 0,01 \left( \frac{KW}{m^2} \right) = 1661,24 \times 0,01 = 16,61KW$$

Carga correspondiente al equipamiento juvenil.

Se estima una carga considerando una potencia de 5W por cada metro cuadrado.

$$P_{E.S.} = Superficie(m^2) \times 0,005 \left( \frac{KW}{m^2} \right) = 20137,08 \times 0,005 = 100,68KW$$

Cargas correspondientes a las zonas ajardinadas.

La forma de estimar la carga será aplicando una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m<sup>2</sup>. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas (ITC-BT-44). Añadiendo para este jardín 20kW del alumbrado de los viales. Quedando por tanto de la siguiente forma:

$$P_{jardin} = \frac{Superficie (m^2)}{30m^2} \times 100W \times 1,8 (KW)$$

PARCELAS	Área (m <sup>2</sup> )	POTENCIA (KW)
J1	3.592	21,5509906
J2	4.010,98121	24,06588726
J3	1.425,6279	8,553767415
J4	1.316,6046	7,899627623
J5	2.135,57524	12,81345147
J6	2.223,13383	13,33880295

Cargas correspondientes alumbrado de viales.

Para el alumbrado de viales dispondremos de tres centros de mando de 20 Kw/Ud. A partir de los cuales se dará servicio a los circuitos de alumbrado público. Estos centros de mando se han colocado en distintos anillos de la red de baja tensión.

**CUADRO RESUMEN DE TODAS LAS CARGAS DE NUESTRO RESIDENCIAL**

<b>PARCELA N°</b>	<b>NUM. C.G.P.</b>	<b>NUM. VIVIENDAS</b>	<b>ELECTRIFICACION</b>	<b>VIVIENDA TIPO</b>	<b>TOTAL</b>
1	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIAR	220,8
2	17	34	ELEVADA	UNIFAMILIAR	312,8
3	6	12	ELEVADA	UNIFAMILIAR	110,4
4	14	140	BASICA	COLECTIVA	1010,6
5	14	140	BASICA	COLECTIVA	1011,95
6	11	21	ELEVADA	UNIFAMILIAR	193,2
7	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIAR	202,4
8	8	88	BASICA	COLECTIVA	606,31
9	12	132	BASICA	COLECTIVA	924,3
10	14	27	ELEVADA	UNIFAMILIAR	248,4
11	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIAR	202,4
12	9	18	ELEVADA	UNIFAMILIAR	165,6
13	17	33	ELEVADA	UNIFAMILIAR	303,6
14	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIAR	156,4
15	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIAR	156,4
16	7	14	ELEVADA	UNIFAMILIAR	128,8
17	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIAR	220,8
18	7	13	ELEVADA	UNIFAMILIAR	119,6
19	15	150	BASICA	COLECTIVA	1084,91
20	10	100	BASICA	COLECTIVA	694,5
21	5	9	ELEVADA	UNIFAMILIAR	82,8
E.SOCIAL			Previsión de 10 W/m <sup>2</sup>		16,61
E.JUVENIL			Previsión de 5 W/m <sup>2</sup>		100,68
JARDINES			Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m <sup>2</sup> .		88,22252732
AL. VIALES			Tres centros de mando 20 kw/ud.		60
<b>TOTALES</b>	<b>230</b>	<b>1057</b>	<b>POTENCIA TOTAL URBANIZACIÓN</b>		<b>8422,482527</b>

Calculo de N° transformadores:

Al tener la potencia total de nuestro polígono podemos obtener la potencia aparente para el cálculo del número de transformadores.

$$S = \frac{P_{max}}{\cos \varphi} = \frac{8422,48}{0,9} = 9358,311$$

Multiplicamos por el coeficiente de simultaneidad establecido por Iberdrola (Artículo 4.5 del Decreto de Acometidas) (para más información ver el contenido del proyecto tipo Iberdrola **MTDYC 1.10.14 (95-2)**)

$$S_T = S \cdot C.S. = 9358,311 \cdot 0,4 = 3743,324$$

Dividimos por la potencia normalizada del transformador que vamos a colocar

$$n^{\circ} \text{ trafos} = \frac{S_T}{S_{TRAFO}} = \frac{3743,324}{400} = 9,358 \rightarrow 10$$

Por las distancias de protección de los fusibles instalamos 14 transformadores. Entre los que se encuentran 2 PFU 3 y 12 miniblock

### Calculo de los anillos:

Se calcularan de la siguiente forma:

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

2º) Cálculo de las potencias

Al obtener el p.m.t separamos el anillo en 2 ramas donde se calcularan las potencias de las cargas repartidas considerando sus respectivos coeficientes de simultaneidad (ITC-BT-10) aplicados en cada vivienda:

$$P = \left( \frac{(NB_V) + (NB_E)}{NV_T} \right) * C.S. + P_{aux}$$

Siendo:

- 5.3.1.1  $NV_B$  = N° de viviendas de electrificación básica.
- 5.3.1.2  $NV_E$  = N° de viviendas de electrificación elevada
- 5.3.1.3  $P_{aux}$  = Potencias auxiliares utilizadas para cada vivienda (P.e. garaje, alumbrado, etc)
- 5.3.1.4 c.s. = coeficiente de simultaneidad según número de viviendas (ITC-BT-10)

Nº Viviendas (n)	Coficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{Cos } \varphi}$$

Siendo:

- 5.3.1.5 U = Tensión declarada (400V).
- 5.3.1.6 P = Potencia de la primera rama.
- 5.3.1.7 Cos  $\varphi$  = factor de potencia (0,9).

Tenemos que considerar los factores de corrección para condiciones diferentes a las que nos indica el fabricante. Para ello, tomaremos el catálogo de cables de la marca PRYSMIAN para redes subterráneas de BT directamente enterrados. En nuestra instalación indicaremos las condiciones de:

Factor de corrección a temperatura del terreno ( $K_t$ ):

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90*	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83

Para una temperatura del terreno de 25°C tenemos un  $K_t=1$

*Factor de corrección de la resistividad del terreno ( $K_r$ ):*

Si los cables van directamente enterrados tenemos:

Cables directamente soterrados en triángulo en contacto							
Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

Para una resistividad del terreno de 1,5 K.m/W tenemos un  $K_r=1$

*Factor de la profundidad de colocación de los conductores ( $K_p$ ):*

Cables de 0,6/1 kV		
Profundidad, m	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90

Para una profundidad del terreno de 0,7m tenemos un  $K_p=1$

*Factor agrupamiento de los conductores ( $K_a$ ):*

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-






Para este caso tenemos que saber cuántos son los circuitos que discurren por la misma zanja. Se recomienda que los circuitos nunca estén en contacto por lo que elegiremos una distancia de 400mm.

Por lo tanto:

$$K_T = K_t * K_r * K_p * K_a = 1 * 1 * 1 * K_a = K_a.$$

#### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

Como sabemos cuál es la intensidad máxima que tiene que pasar por el conductor seleccionamos el conductor con una intensidad inmediata superior de la tabla del catálogo PRSMIAN para conductores de aluminio con aislamiento XLPE directamente enterrados:

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>COBRE</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540

Después de haber obtenido el cable tenemos que comprobar que la Intensidad máxima del cable corregida según con el factor de corrección para cada caso sea mayor que la intensidad máxima de la línea y que el factor de simultaneidad es menos a 0,9:

$$I_c = I * K_a > I_{max}$$

Siendo I = la intensidad del cable seleccionado

$$f. s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} < 0,9$$

Protección contra sobrecargas:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indican en los siguientes cuadros, la intensidad nominal del mismo:

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z$ (A)		
	Directamente	En tubular	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	1	1	1
3 x 95 + 1 x 50 Al	1	1	1
3 x 150 + 1 x 95 Al	2	2	2
3 x 240 + 1 x 150 Al	2	2	3

Siendo:

$I_f$ : corriente convencional de fusión

$I_n$ : corriente asignada de un cartucho fusible

$I_z$ : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra sobrecargas y cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente se protege y que se indica en los siguientes cuadros expresados en metros.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
<i>Fusibles "gG"</i>	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

*Línea no protegida contra sobrecargas*

Cálculos han sido efectuado con una impedancia a 145°C del conductor de fase y neutro. Icc (I máxima) 5 segundos (A) según Tabla 3 UNE EN 60269-1

**NOTA:** Las longitudes de la tabla se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

### 5º) Caída de tensión:

Tenemos que comprobar que la c.d.t. máxima por rama es menor que el 5% que es el valor máximo establecido (ITC-BT-19). Para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

- 5.3.1.8 P = Potencia por cada rama.
- 5.3.1.9 L = Longitud por cada tramo.
- 5.3.1.10 U = Tensión declarada (400V)
- 5.3.1.11 R= Resistencia del tipo de conductor seleccionado (tabla 1).
- 5.3.1.12 X= Reactancia del tipo de conductor seleccionado (tabla 1).
- 5.3.1.13  $\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843$ .

Tabla 1  
Resistencia y reactancia

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

### 2.1.1.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1

Cálculo de los anillos en el CT1:

El CT1 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Consta de 5 edificios de la parcela 9.
- Anillo 2: Consta de todas las viviendas unifamiliares de la parcela 10.

Ver **PLANO ANILLO CT1**.

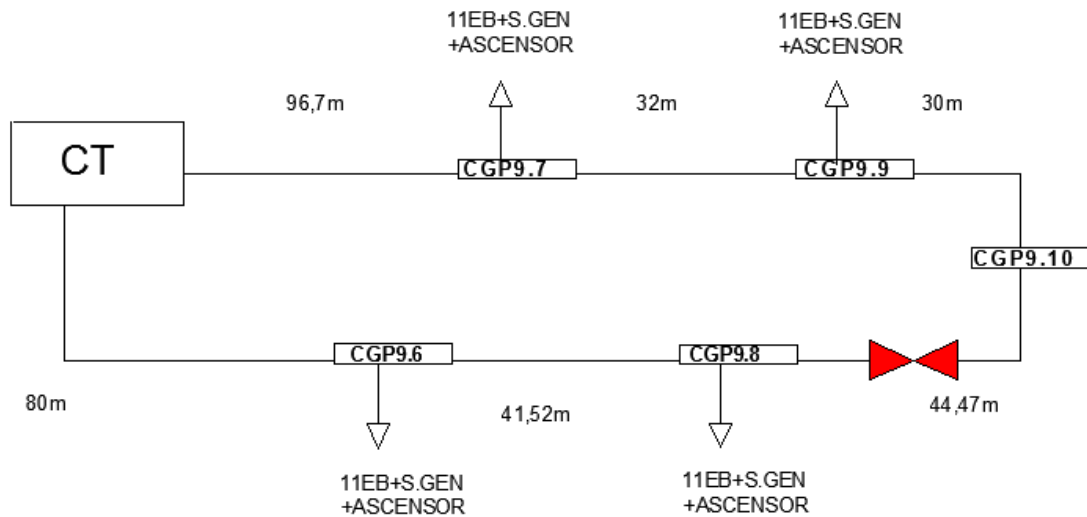
#### a) Anillo1:

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

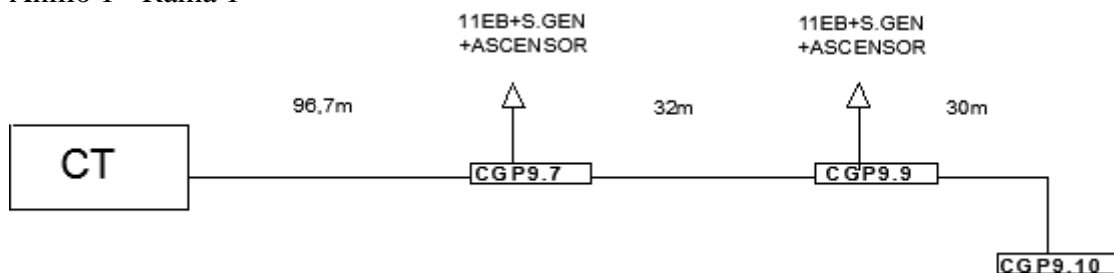
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-9.7)	96,7	96,7	71,2	6885,04
2 (9.7-9.9)	32	128,7	71,2	9163,44
3 (9.9-9.10)	30	158,7	71,2	11299,44
4 (9.10-9.8)	44,47	203,17	71,2	14465,704
5(9.8-9.6)	41,52	244,68	71,2	17421,216

ΣP	356
ΣPxL	59234,84
pmt	166,39



### Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-9.7)	33	0	33	21,3	5,75	3	0	7,95	146,325
2 (9.7-9.9)	22	0	22	15,8	5,75	2	0	7,95	106,75
3 (9.9-9.10)	11	0	11	9,2	5,75	1	0	7,95	60,85

**Potencia de la rama =146,325 kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{Cos } \varphi} = \frac{146,325}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 234,325 \text{ (A)} = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 3 ternas de cables: Ka =0,84.

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{234,325}{0,84} = 279,36 \text{ A.}$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 279,36 A \rightarrow I_{adm.cond.} = 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,84 = 285,6 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{234,325}{285,6} = 0,8216 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

Fusible:  $I_n = 315 A$ ;  $L = 195m$

$$158,7m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

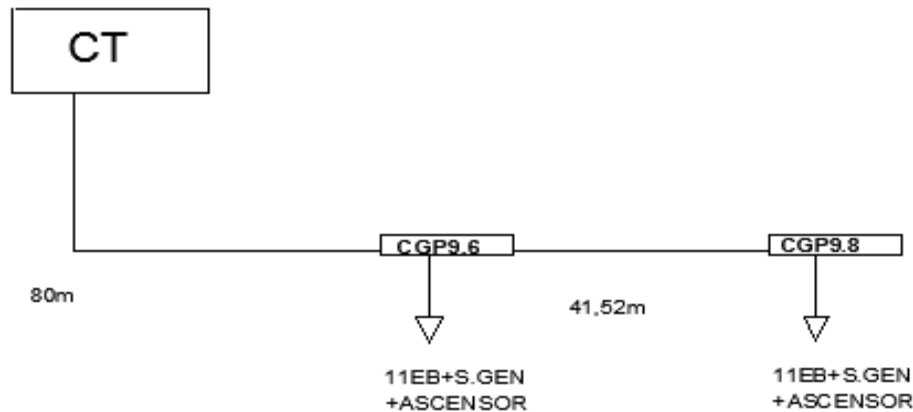
$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

$$1,925\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Tramo	Longitud(km)	Potencia Acumulada (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-9.7)	96,7	146,33	1,405243725	1,405243725
2 (9.7-9.9)	32	106,75	0,339253635	1,74449736
3 (9.9-10)	30	60,85	0,18129611	1,925793469

### Anillo 1 - Rama 2



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-9.6)	22	0	22	15,8	5,75	2	0	7,95	106,75
2(9.6-9.8)	11	0	11	9,2	5,75	1	0	7,95	60,85

**Potencia de la rama =106,75 kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{106,75}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 171,20 \text{ (A)} = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 3 ternas de cables:  $K_a=0,84$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{171,20}{0,84} = 203,8 \text{ A.}$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 203,8 \text{ A} \rightarrow 260 \text{ A (S = 150 mm)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,84 = 218,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{171,20}{203,8} = 0,7838 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

Fusible:  $I_n = 250A$ ;  $L = 161m$

$$121,51m < 161m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

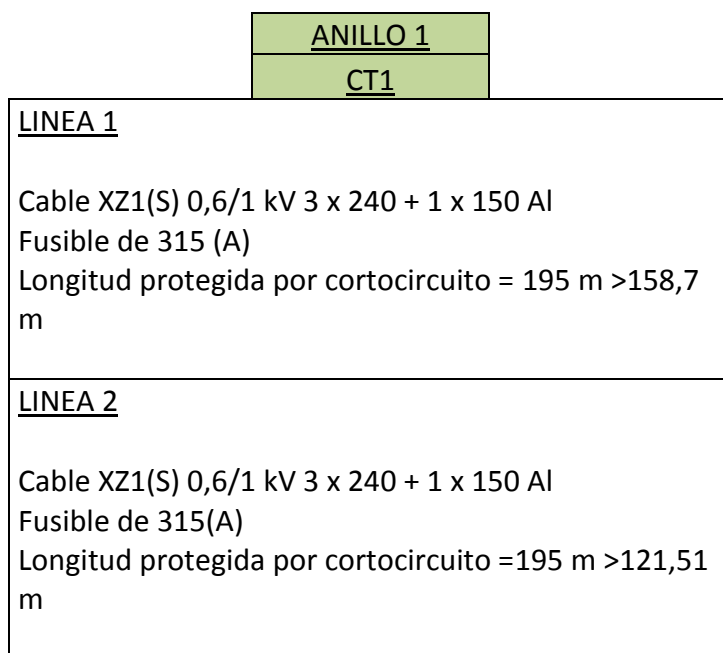
$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	Potencia Acumulada (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-6)	80	106,75	1,293396344	1,293396344
2(6-8)	41,51	60,85	0,382549003	1,675945347

$$1,67594\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

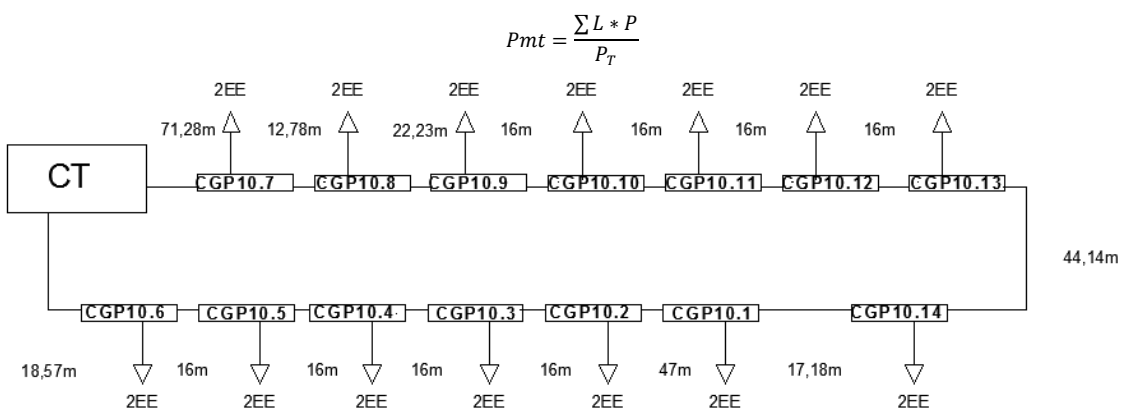


Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:



**b) Anillo 2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:



Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-7)	71,28	71,28	9,2	655,776
2 ( 7-8)	12,75	84,03	18,4	1546,152
3 ( 8-9)	22,23	106,26	18,4	1955,184
4 ( 9-10)	16	122,26	18,4	2249,584
5 ( 10-11)	16	138,26	18,4	2543,984
6 ( 11-12)	16	154,26	18,4	2838,384
7 ( 12-13)	16	170,26	18,4	3132,784
8 ( 13-14)	44,14	214,4	18,4	3944,96
9 ( 14-1)	17,18	231,58	18,4	4261,072
10 ( 1-2)	47	278,58	18,4	5125,872
11 ( 2-3)	16	294,58	18,4	5420,272
12 (3-4)	16	310,58	18,4	5714,672
13 (4-5)	16	326,58	18,4	6009,072
14(5-6)	16	342,58	18,4	6303,472

$\Sigma P$	248,4
$\Sigma P \times L$	51701,24
pmt	208,137037

Anillo 2 - Rama 1

2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-10.7)	0	13	13	10,6	9,2	97,52
2 (10. 7-8)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
3 ( 10.8-10.9)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
4 ( 10.9-10.10)	0	8	8	7	9,2	64,4
5 ( 10.10-10.11)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
6 ( 10.11-10.12)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
7 ( 10.12-10.13)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =97,52 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{146,325}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 156,397 (A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 3 ternas de cables: Ka =0,84.

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{156,397}{0,84} = 186,19 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 186,19 A \rightarrow 260 A (S = 150 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,84 = 218,4 > I_{max}$$

$$f. s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{156,397}{218,4} = 0,7161 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

Fusible:  $I_n = 200A$ ;  $L = 217m$

$170,26m < 215m$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$U = 0,4KV$

$R = 0,206 \Omega/km.$

$X = 0,075 \Omega/km.$

$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-10.7)	71,28	97,52	1,052773978	1,052773978
2 (10. 7-8)	12,75	91,08	0,175876156	1,228650134
3 ( 10.8-10.9)	22,23	78,2	0,263281276	1,49193141
4 ( 10.9-10.10)	16	64,4	0,15605569	1,6479871
5 ( 10.10-10.11)	16	49,68	0,120385818	1,768372918
6 ( 10.11-10.12)	16	34,96	0,084715946	1,853088864
7 ( 10.12-10.13)	16	18,4	0,04458734	1,897676204

$1,897676204\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$

Anillo 2 - Rama 2

2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-10.6)	0	14	14	11,3	9,2	103,96
2 ( 10.6- 10.5)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
3 (10.5-10.4)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
4 ( 10.4- 10.3)	0	8	8	7	9,2	64,4
5 ( 10.3- 10.2)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
6 ( 10.2- 10.1)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
7 ( 10.1- 10.14)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =103,96 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{Cos } \varphi} = \frac{103,96}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} = 166,7259 \text{ (A)} = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 3 ternas de cables:  $K_a = 0,84$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{156,397}{0,84} = 198,48 \text{ A.}$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 198,48 \text{ A} \rightarrow 260 \text{ A (S = 150 mm)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,84 = 218,4 > I_{max}$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{166,7259}{218,4} = 0,7633 < 0,9$$

Fusible:  $I_n = 250A$ ;  $L = 161m$

$$146,75m < 161m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-10.6)	18,57	103,96	0,292382875	0,292382875
2 ( 10.6-10.5)	16	91,08	0,220707333	0,513090208
3 (10.5-10.4)	16	78,2	0,189496195	0,702586403
4 ( 10.4-10.3)	16	64,4	0,15605569	0,858642093
5 ( 10.3-10.2)	16	49,68	0,120385818	0,979027911
6 ( 10.2-10.1)	47	34,96	0,248853091	1,227881003
7 ( 10.1-10.14)	17,18	18,4	0,047875656	1,275756659

$$1,275756659\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 2</u>
<u>CT1</u>
<u>LINEA 1</u>  Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al Fusible de 200 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 215 m >170,26 m
<u>LINEA 2</u>  Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al Fusible de 250 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 146,75m < 165 m

### 2.1.2.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

El CT2 dispone de 3 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Consta de 6 viviendas unifamiliares de la parcela 2.
- Anillo 2: Consta de 7 viviendas unifamiliares de la parcela 2.
  
- Anillo 3: Consta de todas las viviendas unifamiliares de la parcela 6

Ver PLANO ANILLOS CT2

**a) Anillo 1.**

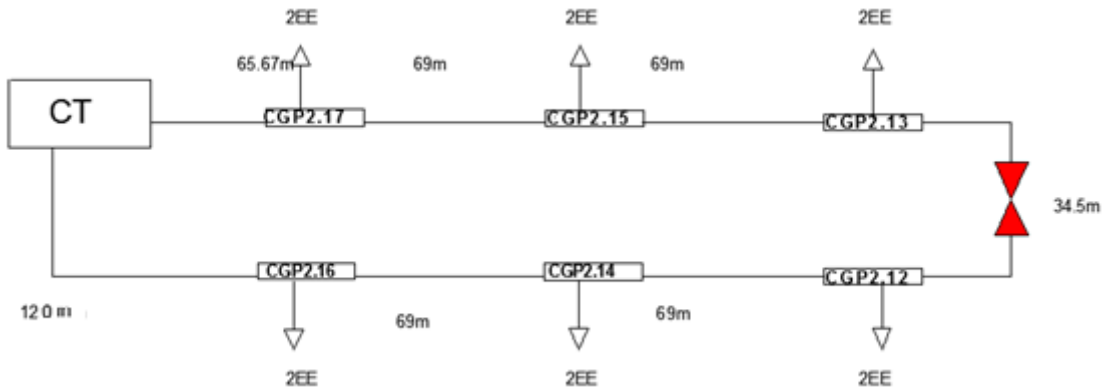
1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

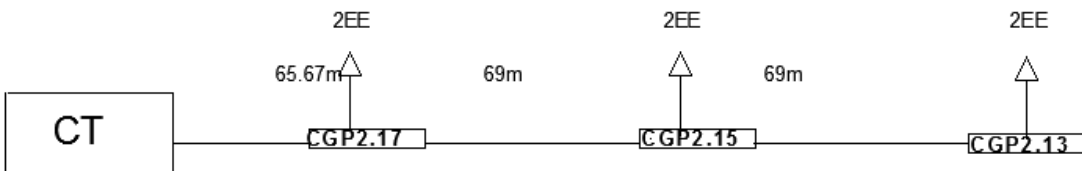
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-2.17)	65,67	65,67	18,4	1208,328
2 (2.17-2.15)	69	134,67	18,4	2477,928
3 (2.15-2.13)	69	203,67	18,4	3747,528
4 (2.13-2.12)	34,5	238,17	18,4	4382,328
5(2.12-2.14)	69	307,17	18,4	5651,928
6(2.14-2.16)	69	376,17	18,4	6921,528

ΣP	110,4
ΣPxL	24389,568
pmt	220,92





Anillo 1 - Rama 1



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-2.17)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
2 (2.17-2.15)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
3 (2.15-2.13)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =49,68 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{Cos } \varphi} = \frac{49,68}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 79,67 \text{ (A)} = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables: Ka =0,76.

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{79,67}{0,76} = 104,83 \text{ A.}$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 104,83 A \rightarrow I_{adm.cond.} = 200 A (S = 95 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,76 = 152 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{79,67}{152} = 0,524 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x95) +1x50 Al

-Comprobamos:

$$I_f = 1,6 * I_n < 1,45 I_z \rightarrow 1,6 * 125 = 200 < 1,45 * 152 = 220,4$$

-Comprobación de longitud:

$$203,67m < 205m$$

Fusible:  $I_n = 125 A ; L = 205m$

5° Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,320 \Omega/km.$$

$$X = 0,076 \Omega/km.$$

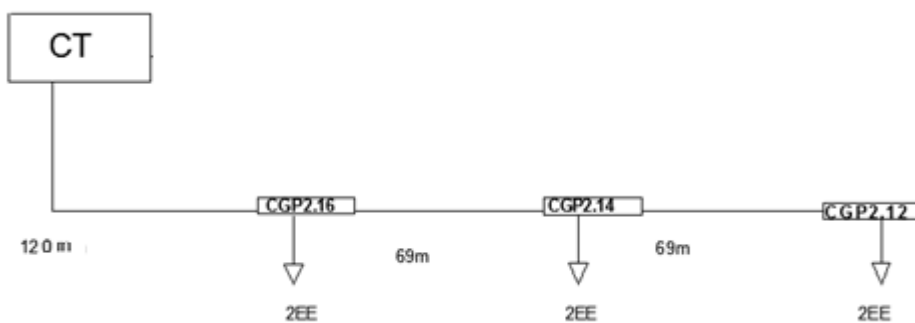
$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-2.17)	65,67	49,68	0,727548154	0,727548154
2 (2.17-2.15)	69	34,96	0,537939772	1,265487926

3 (2.15-2.13)	69	18,40	0,283126196	1,548614122
---------------	----	-------	-------------	-------------

1,548% < 5% → *válido*

### Anillo 1 - Rama 2



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1(CT-2.16)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
2(2.16-2.14)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
3(2.14-2.12)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =49,68 kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{49,68}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 79,67 \text{ (A)} = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,76$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{79,67}{0,76} = 104,834 \text{ A.}$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 104,834 A \rightarrow 200A (S = 95 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,76 = 152 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{79,67}{152} = 0,5241 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x95) + 1x50 Al

Fusible:  $I_n = 100A; L = 255m$

-Comprobación de longitud:

$$258m < 255m$$

Tenemos que cambiar de sección del conductor ya que para un fusible de 100 (A) la línea no queda protegida:

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

Fusible:  $I_n = 160A; L = 285m$

-Comprobación de longitud:

$$258m < 285m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

U = 0,4KV

R= 0,206 Ω/km.

X= 0,075 Ω/km.

cos φ = 0,9 → tgφ = 0,4843.

Tramo	Longitud(m)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1(CT-2.16)	120	49,68	1,15718633	1,15718633
2(2.16-2.14)	69	34,96	0,446750617	1,603936947
3(2.14-2.12)	69	18,40	0,235131904	1,83906885

1,839% < 5% → válido

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

ANILLO 1
CT2
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al  Fusible de 200  Longitud protegida por cortocircuito = 215m &gt;203,67 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al  Fusible de 160  Longitud protegida por cortocircuito =285 m &gt;258 m</p>

203,67m < 205m

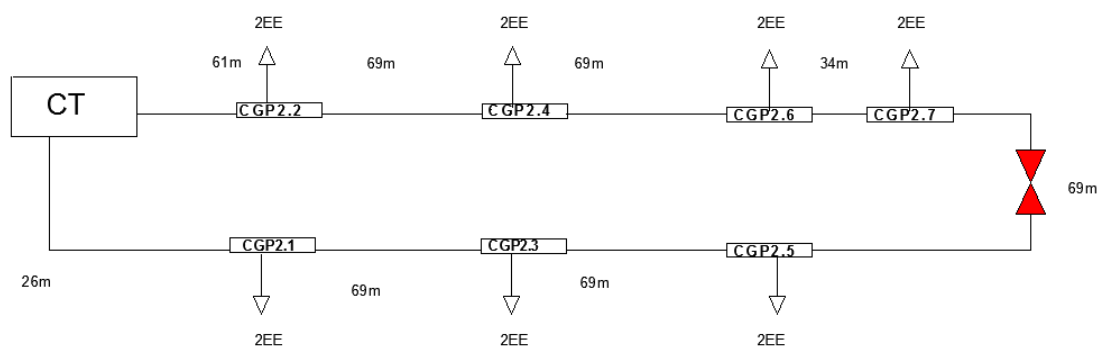
**b) Anillo2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

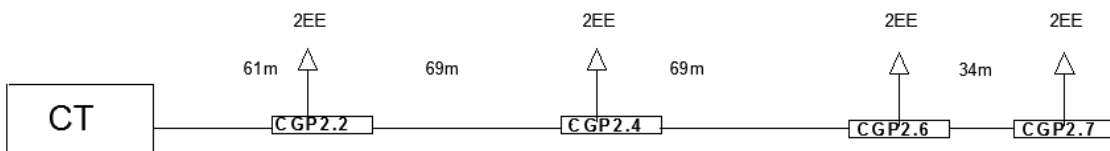
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-2.2)	61	61	18,4	1122,4
2 (2.2-2.4)	69	130	18,4	2392
3 (2.4-2.6)	69	199	18,4	3661,6
4 (2.6-2.7)	34	233	18,4	4287,2
5(2.7-2.5)	69	302	18,4	5556,8
6(2.5-2.3)	69	371	18,4	6826,4
7(2.3-2.1)	69	440	18,4	8096

ΣP	128,8
ΣPxL	31942,4
pmt	248



### Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-2.2)	0	8	8	7	9,2	64,4
2 (2.2-2.4)	0	6	6	5,4	9,2	49,68

3 (2.4-2.6)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
4 (2.6-2.7)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =64,4kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{64,4}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 103,28(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,76$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{103,28}{0,76} = 135,89A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 135,89 A \rightarrow 200 A (S = 95 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,76 = 152 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{103,28}{152} = 0,679 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 160A; L = 285m$$

$$233m < 285m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

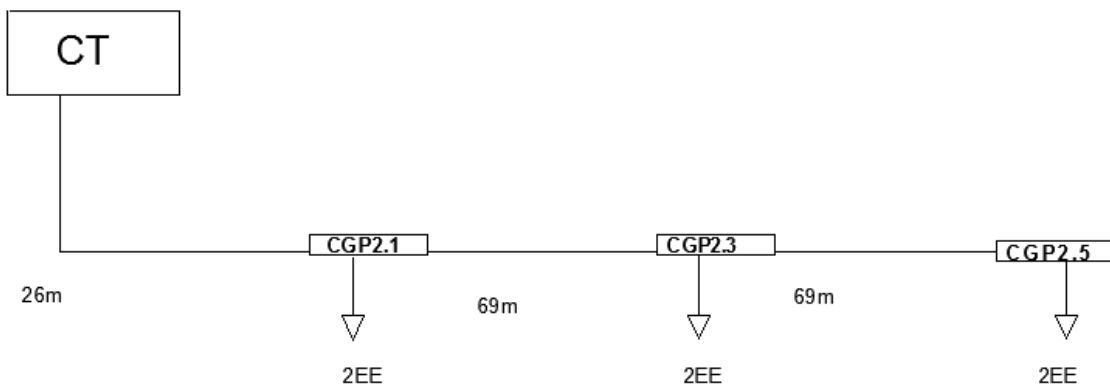
$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-2.2)	61	64,40	0,594962318	0,594962318
2 (2.2-2.4)	69	49,68	0,51916384	1,114126158
3 (2.4-2.6)	69	34,96	0,365337517	1,479463675
4 (2.6-2.7)	34	18,40	0,094748098	1,574211773

$$1,574211773\% < 5\% \rightarrow \text{v\u00e1lido}$$

Anillo 2 - Rama 2



2º) C\u00e1lculo de las potencias

Tramo	n\u00b0 vivi EB	n\u00b0 vivi EE	n\u00b0 total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-2.1)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
2 (2.1-2.3)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
3 (2.3-2.5)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =49,68kw**

3º) C\u00e1lculo de la intensidad total por rama y factor de correcci\u00f3n:



$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{49,68}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 79,67(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,76$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{79,67}{0,76} = 104,834A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 104,834 A \rightarrow 200 A (S = 150 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,76 = 152 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{79,67}{152} = 0,5241 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$164m < 285m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 200A; L = 215m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:  
 $U = 0,4\text{KV}$   
 $R = 0,206 \ \Omega/\text{km.}$   
 $X = 0,075 \ \Omega/\text{km.}$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \text{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-2.1)	26	49,68	0,28805013	0,28805013
2(2.1-2.3)	69	34,96	0,537939772	0,825989902
3(2.3-2.5)	69	18,40	0,283126196	1,109116097

$$1,109116097\% < 5\% \rightarrow \text{v\u00e1lido}$$

Seg\u00fan la normativa de las compa\u00f1\u00edas el\u00e9ctricas la secci\u00f3n final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el dise\u00f1o final de la red de distribuci\u00f3n ser\u00e1:

<u>ANILLO 2</u>
<u>CT2</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al  Fusible de 160(A)  Longitud protegida por cortocircuito = 285 m &gt;233 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al  Fusible de 200 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 215 m &gt;164 m</p>

**c) Anillo 3:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-1)	83,33	83,33	9,2	766,636
2 ( 1-2)	16,08	99,41	18,4	1829,144
3 (2-3)	16,08	115,49	18,4	2125,016
4 (3-4)	16,08	131,57	18,4	2420,888
5 ( 4-5)	47,5	179,07	18,4	3294,888
6 ( 5-6)	17	196,07	18,4	3607,688
7 ( 6-7)	7,66	203,73	18,4	3748,632
8 (7-8)	46,13	249,86	18,4	4597,424
9 ( 8-9)	16,08	265,94	18,4	4893,296
10 ( 9-10)	16,08	282,02	18,4	5189,168
11 (10-11)	16,08	298,1	18,4	5485,04

ΣP	193,2
ΣPxL	37957,82
pmt	196,4690476

Anillo 3 - Rama 1

2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-6.1)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
2 ( 6.1-6.2)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
3 (6.2-6.3)	0	8	8	7	9,2	64,4
4 (6.3-6.4)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
5 ( 6.4-6.5)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
6 ( 6.5-6.6)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =91,08 kw**

3°) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{91,08}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 146,069(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a=0,76$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,069}{0,76} = 192,19 A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 192,19 A \rightarrow 340 A (S = 240mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,76 = 258,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{146,069}{258,4} = 0,74379 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

$$196,07m < 260m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 260m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-6.1)	83,33	91,08	0,753756467	0,753756467
2 ( 6.1-	16,08	78,20	0,124881885	0,878638352

6.2)				
3 (6.2-6.3)	16,08	64,40	0,102843905	0,981482257
4 (6.3-6.4)	16,08	49,68	0,079336727	1,060818984
5 ( 6.4-6.5)	47,5	34,96	0,164919375	1,22573836
6 ( 6.5-6.6)	17	18,40	0,031065146	1,256803505

1,256803505% < 5% → *válido*

Anillo 3 - Rama 2

2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-6.11)	0	9	9	7,8	9,2	71,76
2 ( 6.11-6.10)	0	7	7	6,2	9,2	57,04
3 (6.10-6.9)	0	5	5	4,6	9,2	42,32
4 (6.9-6.8)	0	3	3	3	9,2	27,6
5 ( 6.8-6.7)	0	1	1	1	9,2	9,2

**Potencia de la rama =71,76 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{71,76}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 115,058 (A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,76$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{115,058}{0,76} = 151,427 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 151,427 A \rightarrow 260 A (S = 150mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,76 = 197,6 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{115,058}{197,6} = 0,7663 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobamos:

$$I_f = 1,6 * I_n < 1,45I_z \rightarrow 1,6x160 = 256 < 1,45x197,6 = 286,52$$

-Comprobación de longitud:

$$133,25m < 285m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 160A; L = 285m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-6.11)	38,88	71,76	0,422554221	0,422554221
2 ( 6.11- 6.10)	16,08	57,04	0,138911858	0,561466079
3 (6.10-6.9)	16,08	42,32	0,103063636	0,664529715
4 (6.9-6.8)	16,08	27,6	0,067215415	0,73174513
5 ( 6.8-6.7)	46,13	9,2	0,064275437	0,796020568

$$0,796020568\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<b>ANILLO 3</b>
<b>CT2</b>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 250 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 260 m &gt;196,98 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;133,25 m</p>

### 2.1.3.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

El CT3 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Consta de 4 edificios de la parcela 5.
- Anillo 2: Consta de 4 edificios de la parcela 4 más el alumbrado número 1.

Ver **PLANO ANILLOS CT3**

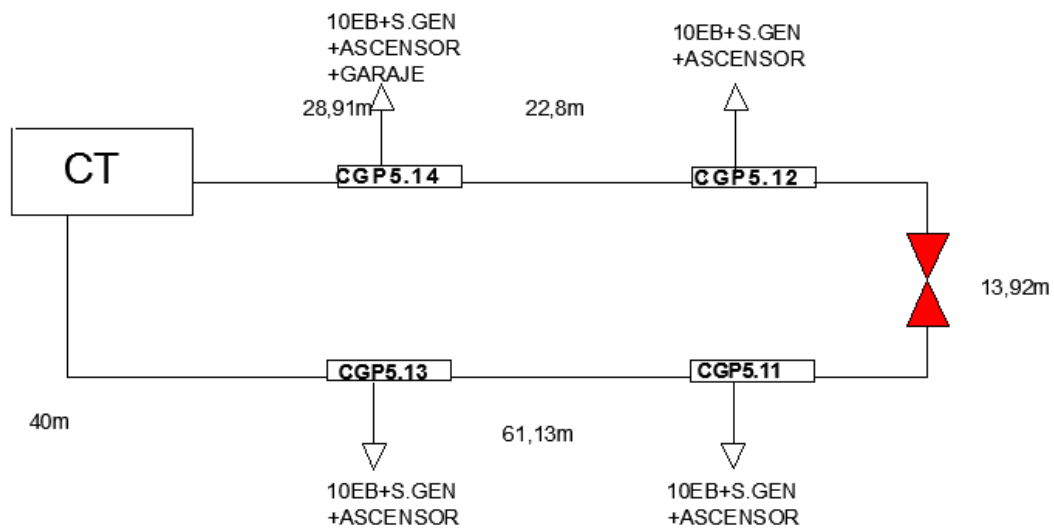
#### a) Anillo 1.

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

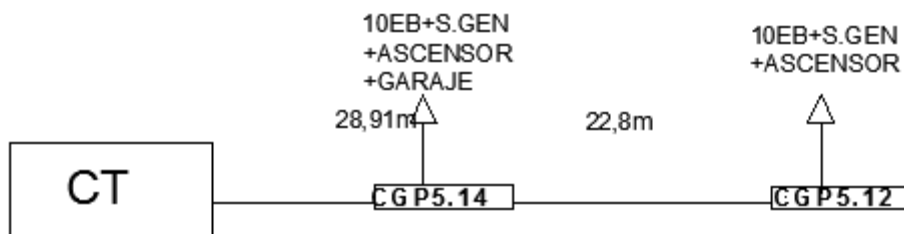
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_r}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-5.14)	28,91	28,91	97,35	2814,3885
2 (5.14-5.12)	22,8	51,71	65,45	3384,4195
3 (5.12-5.11)	13,92	65,63	65,45	4295,4835
4 (5.11-5.13)	61,13	126,76	65,45	8296,442

$\Sigma P$	293,7
$\Sigma P \times L$	18790,7335
pmt	63,97934457



Anillo 1 - Rama 1





2°) Cálculo de las potencias

Tramo	n° vivi EB	n° vivi EE	n° total viviendas	CS para n>21	P m	N° Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-5.14)	20	0	20	14,8	5,75	2	31,9	7,95	132,9
2 (5.14-5.12)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =132,9 kw**

3°) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{132,9}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 213,2(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{213,2}{0,92} = 231,67 A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 231,67A \rightarrow 260 A (S = 150mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,92 = 239,2 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{213,2}{239,2} = 0,891 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

Fusible:  $I_n = 250A$ ;  $L = 165m$

$$51,71m < 165m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$U = 0,4KV$

$R = 0,206 \Omega/km.$

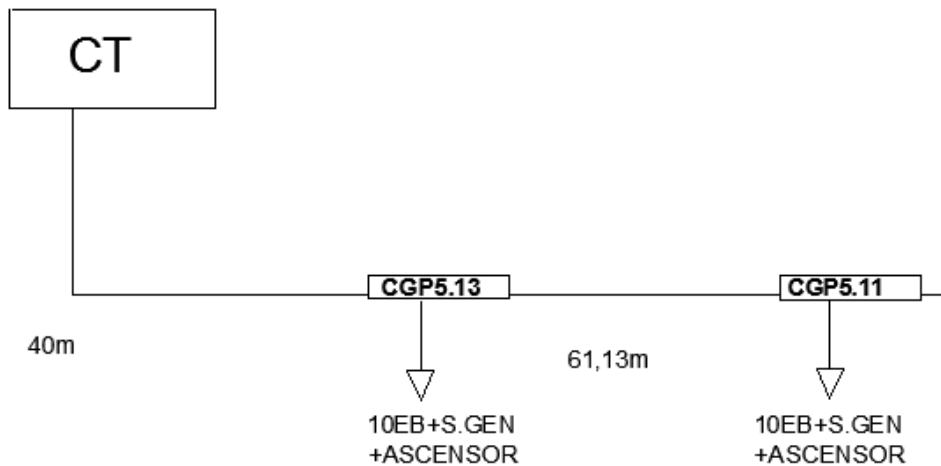
$X = 0,075 \Omega/km.$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	longitud (m)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-5.14)	28,91	132,90	0,581897955	0,581897955
2 (5.14-5.12)	22,8	56,83	0,196222159	0,778120114

$$0,77\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 1 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	P m	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-5.13)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	101
2 (5.13-5.11)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =101 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{101}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 161,97 \text{ (A)} = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{161,97}{0,92} = 176,06 \text{ A.}$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 176,06 \text{ A} \rightarrow 200 \text{ A} \text{ (S = 95mm)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 375,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{161,97}{184} = 0,88 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x95) + 1x50 Al

-Comprobación de longitud:

Fusible:  $I_n = 200 \text{ A}$ ;  $L = 120 \text{ m}$

$$101,13 \text{ m} < 120 \text{ m}$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$U = 0,4 \text{ KV}$

$R = 0,32 \text{ } \Omega/\text{km}$ .

$X = 0,076 \text{ } \Omega/\text{km}$ .

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-5.13)	40	101,00	0,90093717	0,90093717
2 (5.13-5.11)	61,13	56,83	0,774652595	1,675589765

$$1,675589\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT1</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al                      Fusible de 250 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 165 m &gt; 51,71 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al                      Fusible de 250 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 165 m &gt; 101,13 m</p>

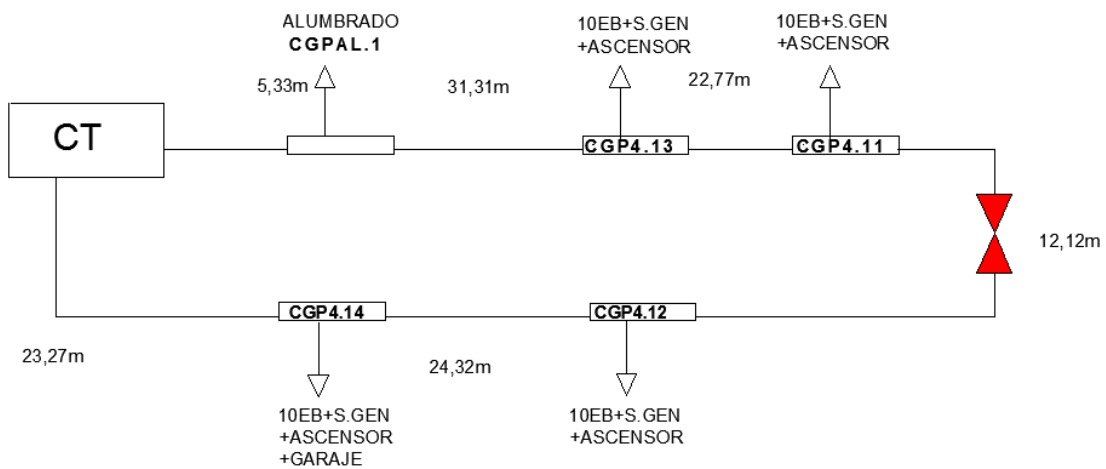
**b) Anillo 2:**

1°) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

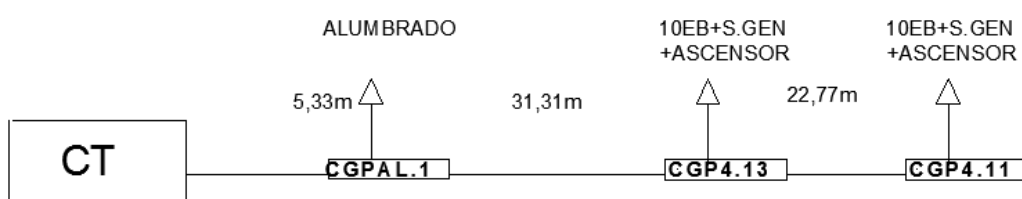
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-AL.1)	5,33	5,33	20	106,6
2 (AL.1-4.13)	31,31	35,64	65,45	2332,638
3 (4.13-4.11)	22,77	58,41	65,45	3822,9345
4 (4.11-4.12)	12,12	70,53	65,45	4616,1885
5(4.12-4.14)	24,32	94,85	96,88	9189,068

ΣP	313,23
ΣPxL	20067,429
pmt	64,06611436



## Anillo 2 - Rama 1

Tramo	n° vivi EB	n° vivi EE	n° total viviendas	CS para n>21	Pm	N° Escaleras	Alumbrado	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-AL.1)	20	0	20	14,8	5,75	2	20	7,95	121
2 (AL.1-4.13)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	101
3 (4.13-4.11)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825



2º) Cálculo de las potencias

**Potencia de la rama =121 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{121}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 194,05(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{220,83}{0,92} = 210,92A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 210,92 A \rightarrow 260 A (S = 150 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,92 = 239,2 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{194,05}{239,2} = 0,8111 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 58,41m$$

$$58,41m < 165m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

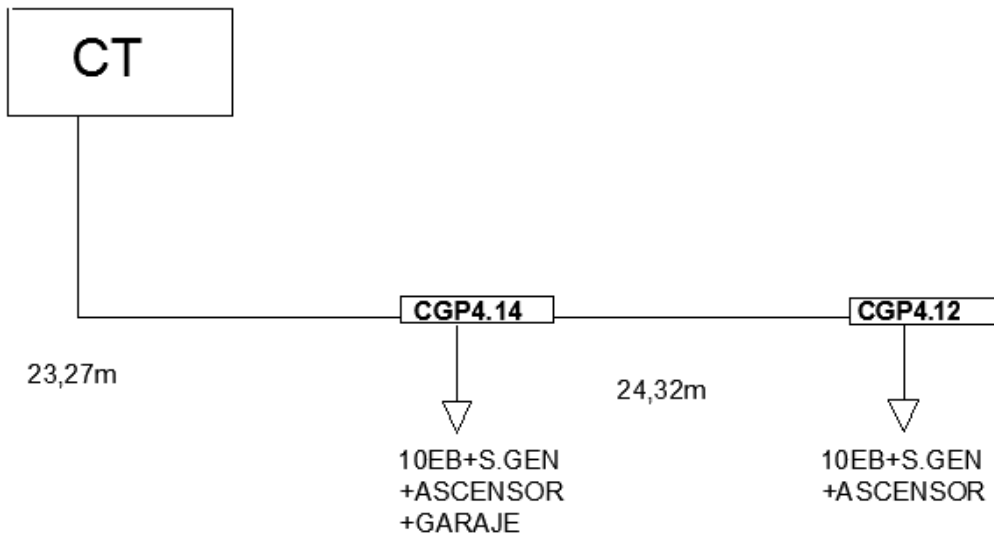
$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-AL.1)	5,33	121,00	0,097675656	0,097675656
2 (AL.1-4.13)	30,31	101,00	0,463640183	0,561315839
3 (4.13-4.11)	22,77	56,83	0,195963972	0,757279811

$$0,757279811\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 2 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	P m	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	ALUMB RADO	Potencia acumulada
1(CT-4,14)	20	0	20	14,8	5,75	2	31,23	7,95	0	132,23
2(4.14-4,12)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	0	56,825

**Potencia de la rama =132,23 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{132,32}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 212,06 \text{ (A)} = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{212,06}{0,92} = 230,5 \text{ A.}$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 230,5 \text{ A} \rightarrow 260 \text{ A (S = 150 mm)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,92 = 239,2 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{212,06}{239,2} = 0,8865 < 0,9$$



Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

Fusible:  $I_n = 250A$ ;  $L = 165m$

$$47,59m < 165m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-4,14)	23,27	132,23	0,466015261	0,466015261
2(4.14-4,12)	24,32	56,83	0,209303636	0,675318897

$$0,675318897\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT1</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al                      Fusible de 250 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 165 m &gt;58,41m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al                      Fusible de 250 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 165 m &gt;47,59 m</p>

#### 2.1.4.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4

El CT4 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Consta de todas las viviendas tipo unifamiliar de la parcela 1 .
- Anillo 2: Consta de 5 viviendas unifamiliares de la parcela 2 más un centro de mando del equipo juvenil

Ver **PLANO ANILLOS CT4**

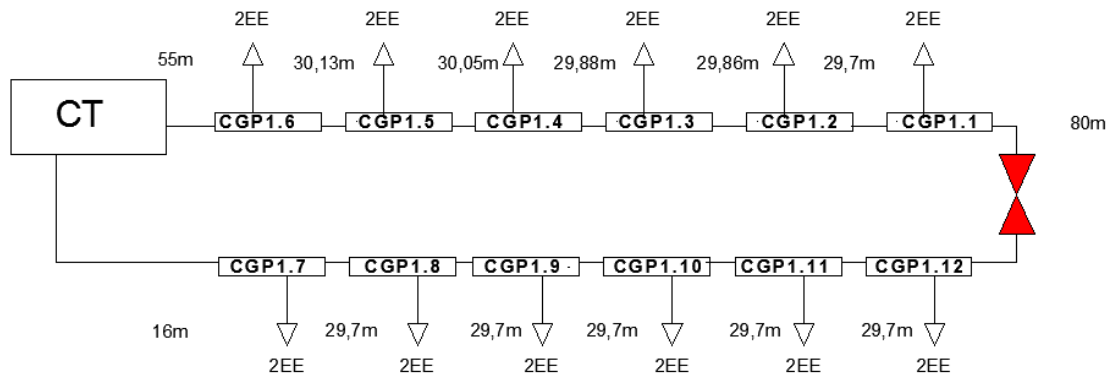
##### a)Anillo 1:

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

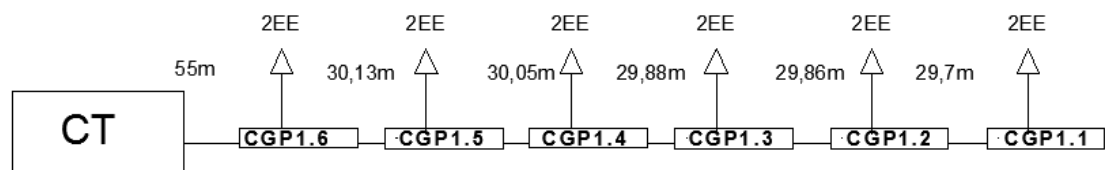
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_r}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-1.6)	55	55	50,34	2768,7
2 (1.6-1.5)	30,13	85,13	18,4	1566,392
3 (1.5-1.4)	30,5	115,63	18,4	2127,592
4 (1.4-1.3)	29,88	145,51	18,4	2677,384
5 (1.3-1.2)	29,86	175,37	18,4	3226,808
6 (1.2-1.1)	29,7	205,07	18,4	3773,288
7 (1.1-1.12)	80	285,07	18,4	5245,288
8 (1.12-1.11)	29,7	314,77	50,34	15845,5218
9 (1.11-1.10)	29,7	344,47	18,4	6338,248
10 (1.10-1.9)	29,7	374,17	18,4	6884,728
11 (1.9-1.8)	29,7	403,87	18,4	7431,208
12 (1.8-1.7)	29,7	433,57	18,4	7977,688

$\Sigma P$	284,68
$\Sigma PxL$	65862,8458
pmt	231,3574744



### Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	n° vivi EB	n° vivi EE	n° total viviendas	CS para n>21	P m	Potencia acumulada
1 (CT-1.6)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
2 (1.6-1.5)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
3 (1.5-1.4)	0	8	8	7	9,2	64,4
4 (1.4-1.3)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
5 (1.3-1.2)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
6 (1.2-1.1)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =91,08 kw**

3°) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{91,08}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 146,69(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,69}{0,81} = 180,33 A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 180,33A \rightarrow 260 A (S = 150mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,81 = 210,6 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{146,069}{210,6} = 0,6935 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

Fusible:  $I_n = 200A$ ;  $L = 215m$

$$205,07m < 215m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$U = 0,4KV$

$R = 0,206 \Omega/km.$

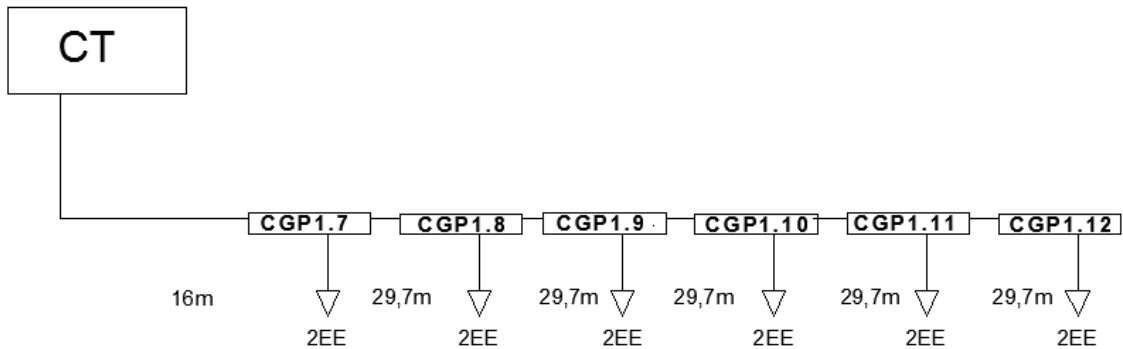
$X = 0,075 \Omega/km.$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-1.6)	55	91,08	0,758681457	0,758681457
2 (1.6-1.5)	30,13	78,20	0,356845022	1,115526479
3 (1.5-1.4)	30,5	64,40	0,297481159	1,413007638
4 (1.4-1.3)	29,88	49,68	0,224820515	1,637828154
5 (1.3-1.2)	29,86	34,96	0,158101134	1,795929288
6 (1.2-1.1)	29,7	18,40	0,08276525	1,878694538

$$2,014903968\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 1 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1(CT-3.7)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
2(3.7-3.8)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
3(3.8-3.9)	0	8	8	7	9,2	64,4
4(3.9-3.10)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
5(3.10-3.11)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
6(3.11-3.12)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama = 91,08 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{91,08}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 146,069(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,069}{0,81} = 180,33 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 180,33A \rightarrow 260A (S = 150mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,81 = 210,6 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{146,069}{210,6} = 0,69 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 200A; L = 215m$$

$$164,5m < 215m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-7)	16	91,08	0,220707333	0,220707333
2(7-8)	29,7	78,20	0,351752312	0,572459645
3(8-9)	29,7	64,40	0,289678375	0,86213802
4(9-10)	29,7	49,68	0,223466175	1,085604194
5(10-11)	29,7	34,96	0,157253975	1,242858169
6(11-12)	29,7	18,40	0,08276525	1,325623419

$$1,32\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

ANILLO 1
CT4
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al                      Fusible de 200 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 215 m &gt;205,07 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al                      Fusible de 200 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 215 m &gt;164,5 m</p>

**b) Anillo2:**

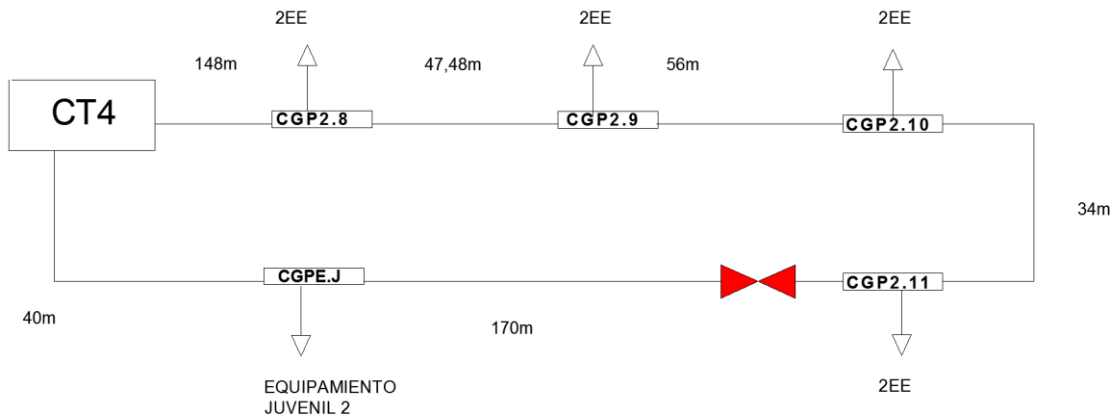
1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

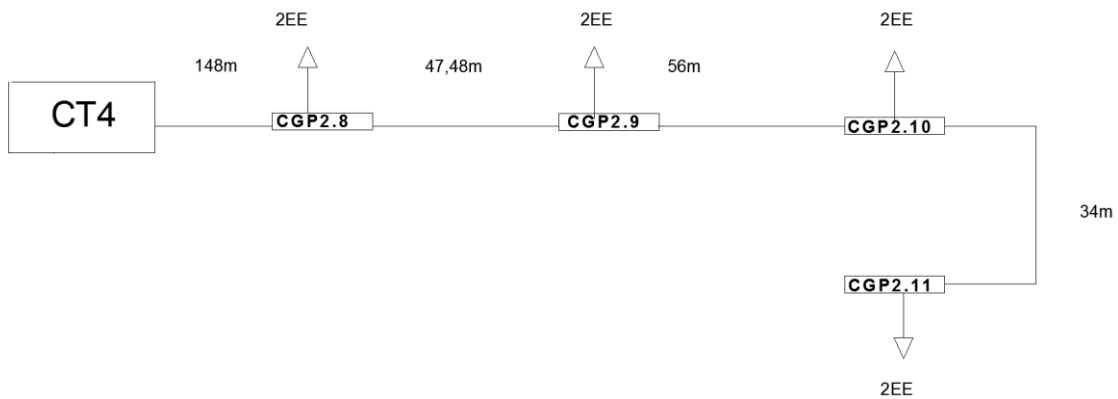
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1(CT-2.8)	148	148	18,4	2723,2
2 (2.8-2.9)	47,48	195,48	18,4	3596,832
3 (2.9-2.10)	56	251,48	18,4	4627,232
4 (2.10-2.11)	34	285,48	18,4	5252,832
5 (2.11-E.J)	170	455,48	100,7	45866,836

ΣP	174,3
ΣPxL	62066,932
pmt	356,0925531





### Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	P m	Nº Escaleras	JAR DIN	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-2.8)	0	8	8	7	9,2	0	0	0	64,4
2 (2.8-2.9)	0	6	6	5,4	9,2	0	0	0	49,68
3 (2.9-2.10)	0	4	4	3,8	9,2	0	0	0	34,96
4 (2.10-2.11)	0	2	2	2	9,2	0	0	0	18,4

**Potencia de la rama =64,4 kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{Cos } \varphi} = \frac{64,4}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 103,28(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{103,28}{0,81} = 116,85 \text{ A.}$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 116,85 \text{ A} \rightarrow I_{adm.cond.} = 200 \text{ A} \text{ (} S = 95 \text{ mm)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,81 = 162 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{103,28}{162} = 0,637 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 125 \text{ A; } L = 380 \text{ m}$$

$$285,48 \text{ m} < 380 \text{ m}$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \text{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4 \text{ KV}$$

$$R = 0,641 \text{ } \Omega/\text{km.}$$

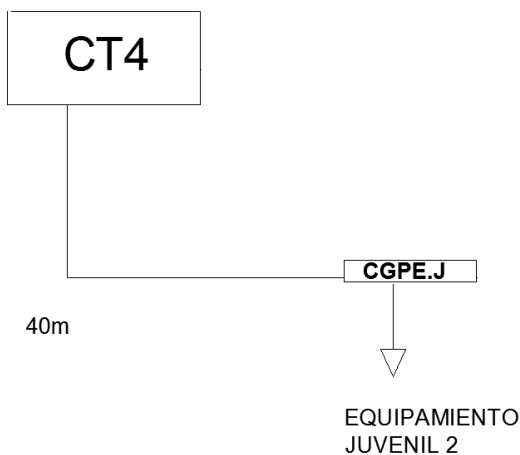
$$X = 0,080 \text{ } \Omega/\text{km.}$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \text{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-2.10)	100	64,40	1,43614737	1,43614737
2 (2.10-2.11)	35	49,68	0,38775979	1,82390716
3 (2.11-2.9)	96	34,96	0,748437944	2,572345104
4 (2.9-2.8)	50	18,40	0,20516391	2,777509014

2,777% < 5% → válido

Anillo 2 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	E.JUVENIL	Potencia acumulada
1(CT-E.J)	100,7	100,7

**Potencia de la rama =100,7 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{100,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 161,49(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{161,49}{0,81} = 199,379 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 199,379 A \rightarrow 260 A (S = 150 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,81 = 210,6 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{161,49}{210,6} = 0,766 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$40m < 165m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 160A; L = 285m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-E.J2)	40	100,70	0,610046894	0,610046894

$0,610046594\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 2</u>
<u>CT4</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al  Fusible de 125 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 380 m &gt;285,48 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al  Fusible de 250 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 40 m &gt;165 m</p>

### 2.1.5.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5

El CT5 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Consta de todas las viviendas tipo unifamiliar de la parcela 3 .
- Anillo 2: Consta de todas las viviendas tipo unifamiliar de la parcela 7 .

Ver **PLANO ANILLOS CT5**

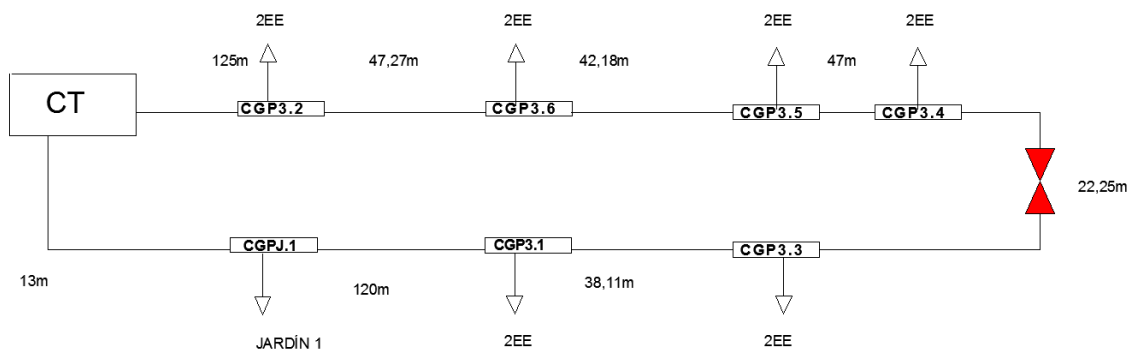
#### a) Anillo 1:

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

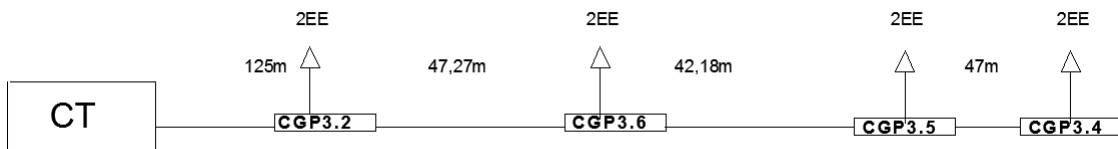
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_r}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-3.2)	125	125	18,4	2300
2 (3.2-3.6)	47,27	172,27	18,4	3169,768
3 (3.6-3.5)	42,18	214,45	18,4	3945,88
4 (3.5-3.4)	47	261,45	18,4	4810,68
5 (3.4-3.3)	22,25	283,7	18,4	5220,08
6 (3.3-3.1)	38,11	321,81	18,4	5921,304
7 (3.1-J1)	120	441,81	21,55	9521,0055

ΣP	131,95
ΣPxL	34888,7175
pmt	264,4086207



### Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-3.2)	0	8	8	7	9,2	64,4
2 (3.2-3.6)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
3 (3.6-3.5)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
4 (3.5-3.4)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =64,4 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{64,4}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 103,4(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{103,4}{0,78} = 132,41 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 132,41A \rightarrow 200 A (S = 95mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,78 = 156 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{132,41}{156} = 0,662061 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

Fusible:  $I_n = 160A$ ;  $L = 285m$

$$261,45m < 285m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,320 \Omega/km.$$

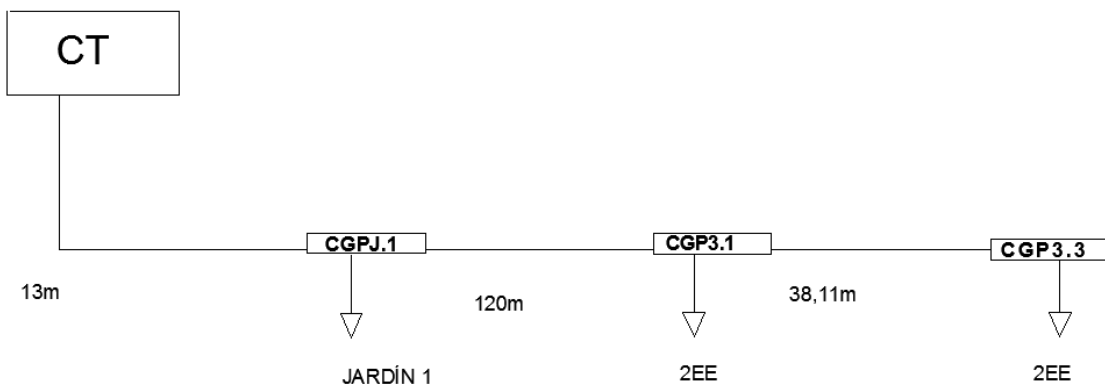
$$X = 0,076 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-3.2)	125	64,40	1,795184213	1,795184213
2 (3.2-3.6)	47,27	49,68	0,523697293	2,318881506
3 (3.6-3.5)	42,18	34,96	0,328844922	2,647726427
4 (3.5-3.4)	47	18,40	0,192854075	2,840580503

$$2,840580503\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 1 - Rama 2





## 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras
1(CT-J1)	0	4	4	3,8	9,2	0
2(J1-3.1)	0	4	4	3,8	9,2	0
3(3.1-3.3)	0	2	2	2	9,2	0

**Potencia de la rama = 56,51 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{56,51}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 90,62(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{90,62}{0,78} = 180,33 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 180,33A \rightarrow 200A (S = 95mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,78 = 156 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{90,62}{156} = 0,5809 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x95) + 1x50 Al

-Comprobación de longitud:

Fusible:  $I_n = 200A$ ;  $L = 215m$

$$171,11m < 215m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$U = 0,4KV$

$R = 0,206 \Omega/km.$

$X = 0,075 \Omega/km.$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-J1)	13	56,51	0,163825612	0,163825612
2(J1-3.1)	120	34,96	0,93554743	1,099373042
3(3.1-3.3)	38,11	18,40	0,156375932	1,255748974

$$1,32\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT5</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al                      Fusible de 160 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 285 m &gt; 261,45 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al                      Fusible de 200 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 215 m &gt; 171,11 m</p>

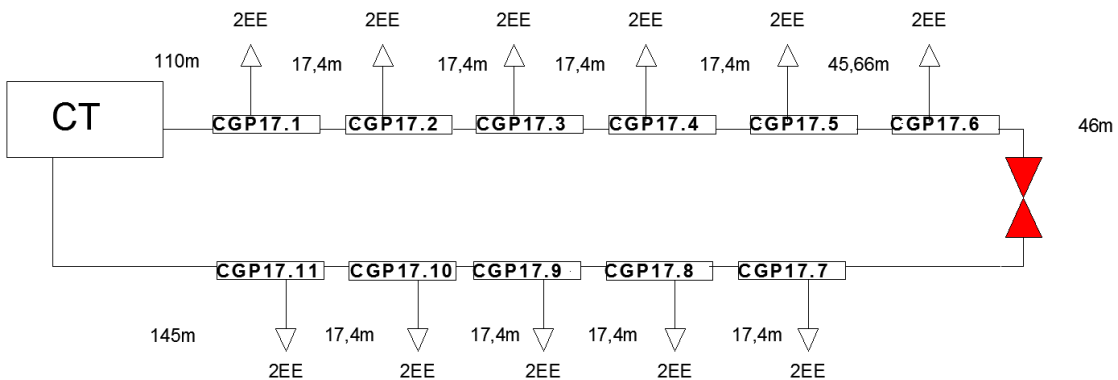
**b) Anillo2:**

1°) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

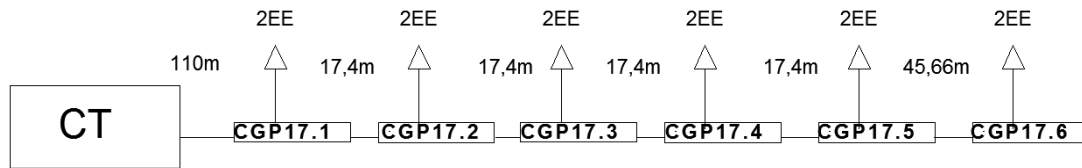
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1(CT-7.1)	110	110	18,4	2024
2(7.1-7.2)	17,4	127,4	18,4	2344,16
3(7.2-7.3)	17,4	144,8	18,4	2664,32
4(7.3-7.4)	17,4	162,2	18,4	2984,48
5(7.4-7.5)	17,4	179,6	18,4	3304,64
6(7.5-7.6)	45,66	225,26	18,4	4144,784
7(7.6-7.7)	46	271,26	18,4	4991,184
8 (7.7-7.8)	17,4	288,66	18,4	5311,344
9 (7.8-7.9)	17,4	306,06	18,4	5631,504
10 (7.9-7.10)	17,4	323,46	18,4	5951,664
11 (7.10-7.11)	17,4	340,86	18,4	6271,824

ΣP	202,4
ΣPxL	45623,904
pmt	225,4145455



## Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm
1(CT-7.1)	0	12	12	9,9	9,2
2(7.1-7.2)	0	10	10	8,5	9,2
3(7.2-7.3)	0	8	8	7	9,2
4(7.3-7.4)	0	6	6	5,4	9,2
5(7.4-7.5)	0	4	4	3,8	9,2
6(7.5-7.6)	0	2	2	2	9,2

**Potencia de la rama =91,08 kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{91,08}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 146,069(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 5 ternas de cables:  $K_a = 0,78$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,069}{0,78} = 187,268 A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 187,268 A \rightarrow I_{adm.cond.} = 200 A (S = 95 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,78 = 156 > 146,069$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{146,069}{156} = 0,936 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 100A; L = 255m$$

$$225,26m < 255m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,641 \Omega/km.$$

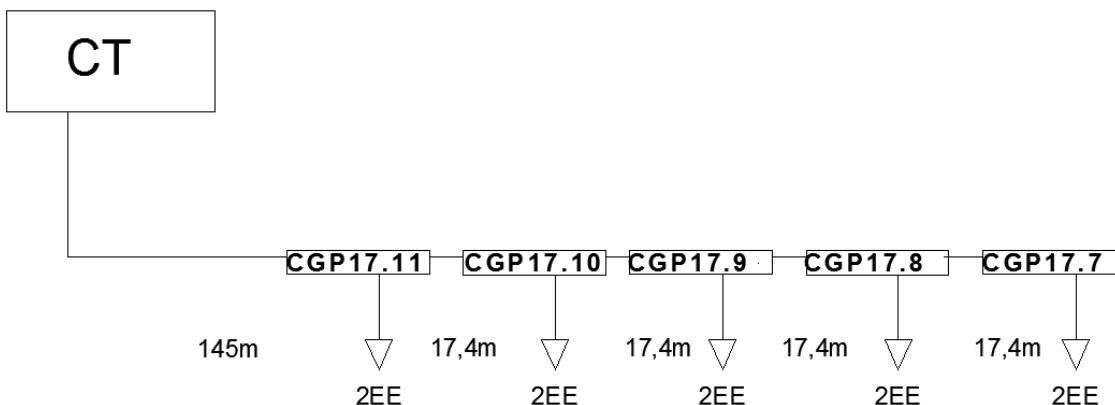
$$X = 0,080 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-7.1)	110	91,08	1,517362914	1,517362914
2(7.1-7.2)	17,4	78,20	0,206077112	1,723440026
3(7.2-7.3)	17,4	64,40	0,169710563	1,893150589
4(7.3-7.4)	17,4	49,68	0,130919577	2,024070166
5(7.4-7.5)	17,4	34,96	0,092128591	2,116198758
6(7.5-7.6)	45,66	18,40	0,127241122	2,243439879

$$2,243439879\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 2 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Esc
1(CT-7.11)	0	10	10	8,5	9,2	0
2 (7.11-7.10)	0	8	8	7	9,2	0
3 (7.10-7.9)	0	6	6	5,4	9,2	0
4 (7.9-7.8)	0	4	4	3,8	9,2	0
5 (7.8-7.7)	0	2	2	2	9,2	0

**Potencia de la rama =78,2 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{ Cos } \varphi} = \frac{78,2}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 125,41(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,78$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{125,41}{0,81} = 160,78 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 160,78 A \rightarrow 200 A (S = 95 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,78 = 156 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{125,41}{156} = 0,8039 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

Fusible:  $I_n = 100A$ ;  $L = 255m$

$$214,6m < 255m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$U = 0,4KV$

$R = 0,206 \Omega/km.$

$X = 0,075 \Omega/km.$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-7.11)	145	78,20	1,717309267	1,717309267
2 (7.11-7.10)	17,4	64,40	0,169710563	1,88701983
3 (7.10-7.9)	17,4	49,68	0,130919577	2,017939407
4 (7.9-7.8)	17,4	34,96	0,092128591	2,110067998
5 (7.8-7.7)	17,4	18,40	0,048488732	2,158556731

$$0,762558617\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 2</u>
<u>CT5</u>
<u>LINEA 1</u>  Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al Fusible de 100 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 255 m >225,26 m
<u>LINEA 2</u>  Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al Fusible de 100 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 255 m >214,6 m

#### **2.1.6.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 6**

El CT6 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 2: Consta de 4 edificios de la parcela 4.
- Anillo 2: Consta de 4 edificios de la parcela 4.

Ver **PLANO ANILLOS CT6**.



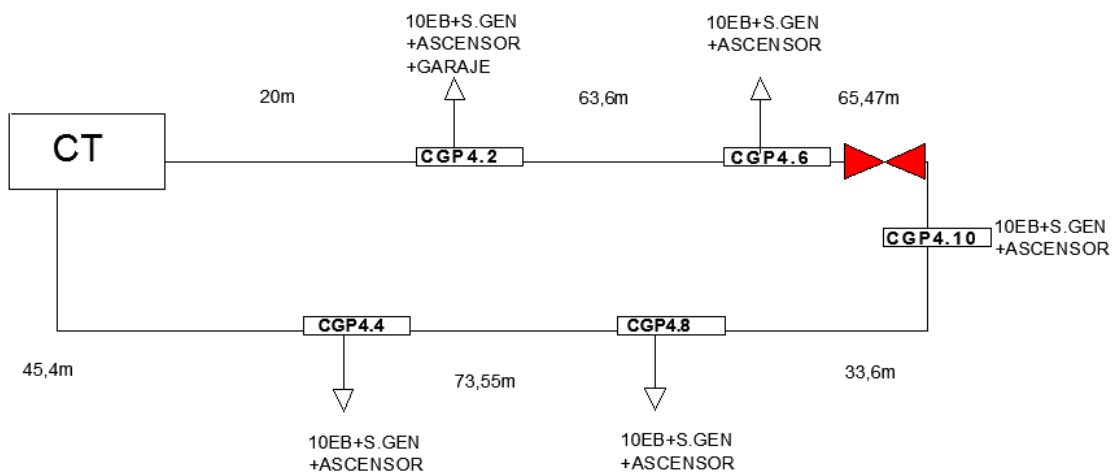
**a) Anillo1:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

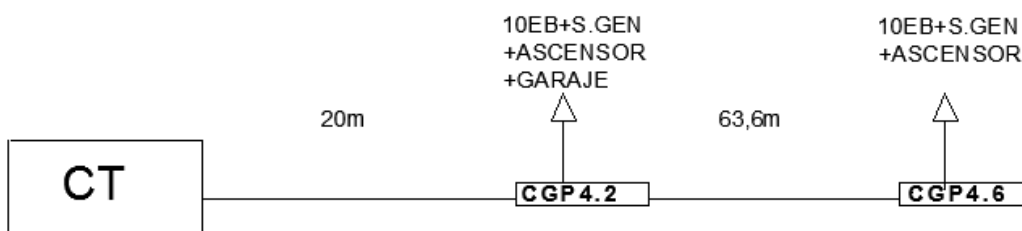
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-2)	20	20	96,88	1937,6
2 (2-6)	63,6	83,6	65,45	5471,62
3 (6-10)	65,47	149,07	65,45	9756,6315
4 (10-8)	33,6	182,67	65,45	11955,7515
5(8-4)	73,55	256,22	65,45	16769,599

ΣP	358,68
ΣPxL	45891,202
pmt	127,9446916



## Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-2)	20	0	20	14,8	5,75	2	31,43	7,95	132,43
2 (2-6)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =132,43kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{132,43}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 212,38(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{212,38}{0,81} = 262,2 A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 262,2 A \rightarrow I_{adm.cond.} = 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{212,38}{275,4} = 0,7711 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$113,94m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

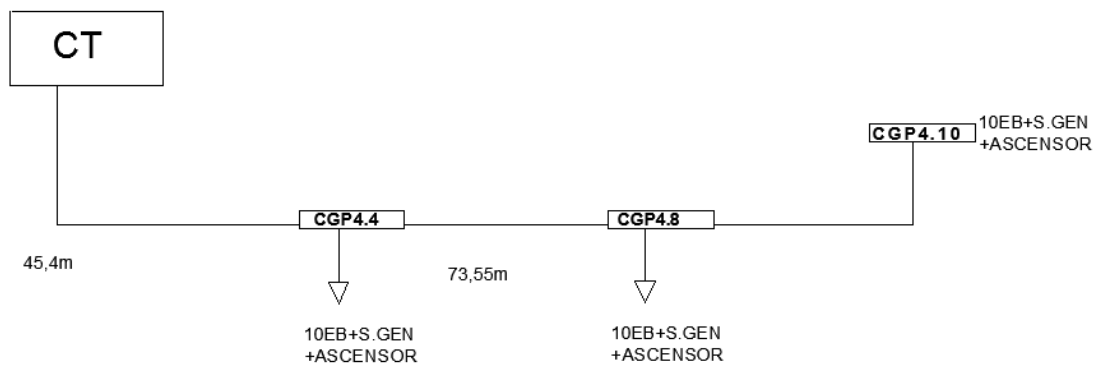
$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

2.1.1.1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-2)	52,81	132,43	0,694559082	0,694559082
2 (2-6)	61,13	56,83	0,344985219	1,0395443

$$1,925\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 1 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-4)	30	0	30	19,8	5,75	3	0	7,95	137,7
2(4-8)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	101
3(8-10)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =137,7 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{137,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 220,83(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{220,83}{0,81} = 272,63A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 272,63 A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f. s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{220,83}{275,4} = 0,8018 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$131,85m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

U = 0,4KV

R= 0,206 Ω/km.

X= 0,075 Ω/km.

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1(CT-4)	51,81	137,70	0,708523371	0,708523371
2(4-8)	22,77	101,00	0,228397345	0,936920716
3(8-10)	57,27	56,83	0,323201431	1,260122148

$$1,260122148\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT6</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;113,94 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;131,85 m</p>

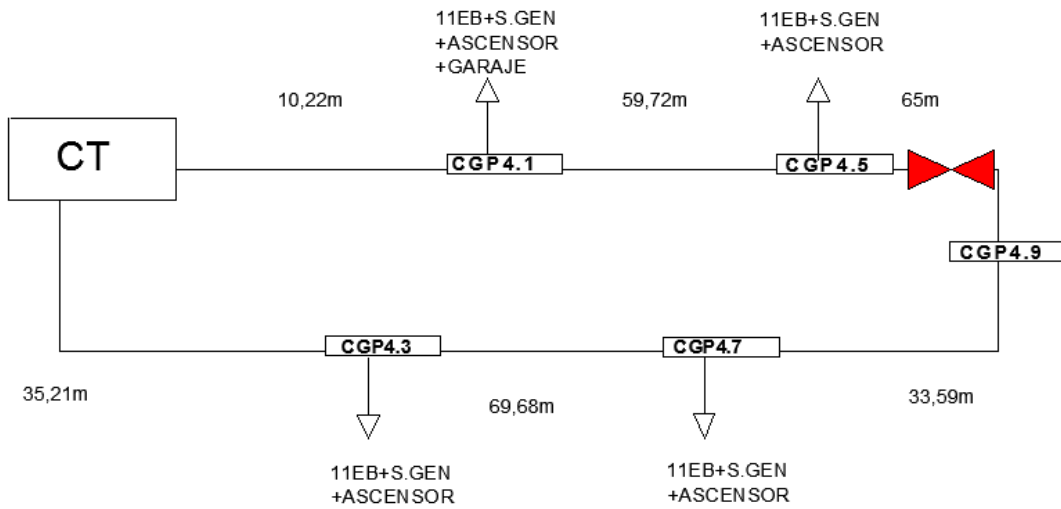
**b) Anillo2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

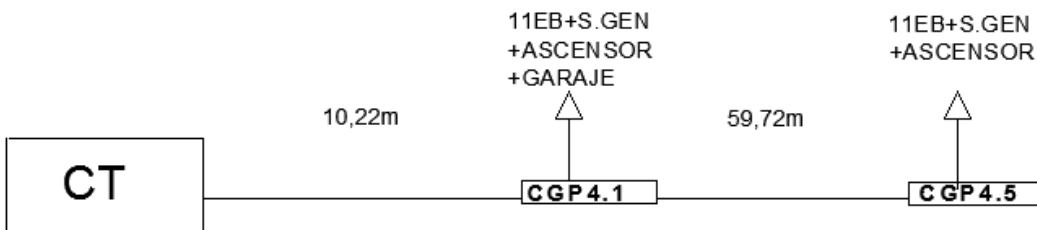
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-1)	10,22	10,22	96,88	990,1136
2 (1-5)	59,72	69,94	65,45	4577,573
3 (5-9)	65	134,94	65,45	8831,823
4 (9-7)	33,59	168,53	65,45	11030,2885
5(7-3)	69,68	238,21	65,45	15590,8445

ΣP	358,68
ΣPxL	41020,6426
pmt	114,3655699



Anillo 2 - Rama 1



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potenci
1 (CT-1)	20	0	20	14,8	5,75	2	31,43	7,95	132,43
2 (1-5)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =132,43kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{132,43}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 212,38(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a=0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{212,38}{0,81} = 262,2A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 262,2 A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f. s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{212,38}{275,4} = 0,7711 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$65m < 195m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

U = 0,4KV

R= 0,125 Ω/km.

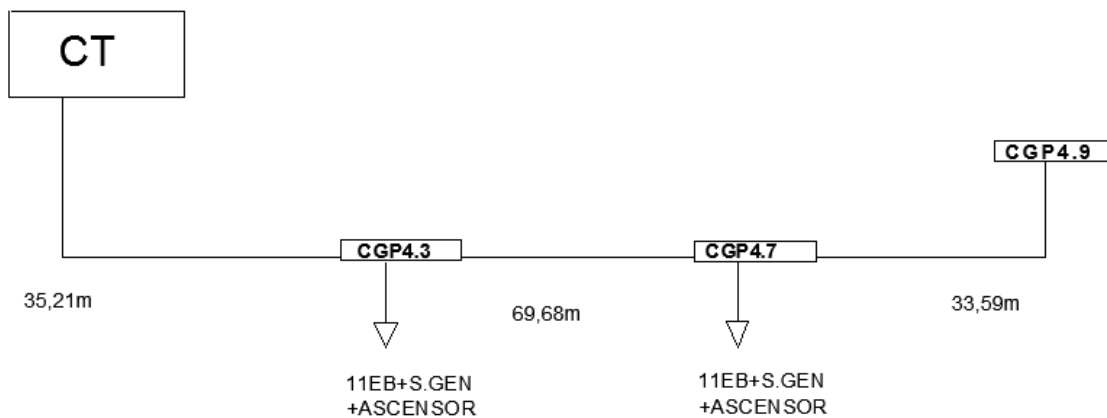
X= 0,070 Ω/km.

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1 (CT-1)	39,7	132,43	0,522135875	0,522135875
2 (1-5)	25,3	56,83	0,142779749	0,664915623

$$0,664915623\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 2 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia
1(CT-3)	30	0	30	19,8	5,75	3	0	7,95	137,7
2(3-7)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	101
3(7-9)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =137,7 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{137,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 220,83 (A) = I_{max}$$



Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a=0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{220,83}{0,81} = 272,6376 \text{ A.}$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 272,6376 \text{ A} \rightarrow 340 \text{ A} (S = 240 \text{ mm})$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 \times 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{220,83}{275,4} = 0,8018 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315\text{A}; L = 195\text{m}$$

$$138,48\text{m} < 195\text{m}$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4\text{KV}$$

$$R = 0,125 \text{ } \Omega/\text{km.}$$

$$X = 0,070 \text{ } \Omega/\text{km.}$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-3)	35,21	137,70	0,481511444	0,481511444
2(3-7)	69,68	101,00	0,698933994	1,180445437
3(7-9)	33,59	56,83	0,189564101	1,370009538

$$1,370009538\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 2</u>
<u>CT6</u>
<u>LINEA 1</u>  Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al Fusible de 315 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 195 m >65 m
<u>LINEA 2</u>  Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al Fusible de 315 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 195 m >138,48 m

### 2.1.7.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 7

El CT7 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 2: Consta de 4 edificios de la parcela 5.
- Anillo 2: Consta de 4 edificios de la parcela 5.

Ver **PLANO ANILLOS CT7**

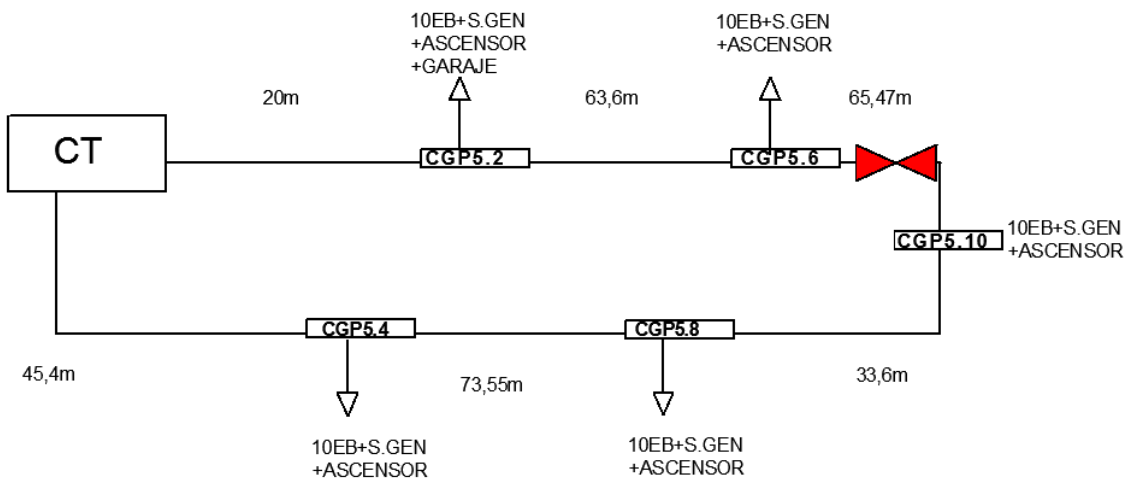
#### a) Anillo1:

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

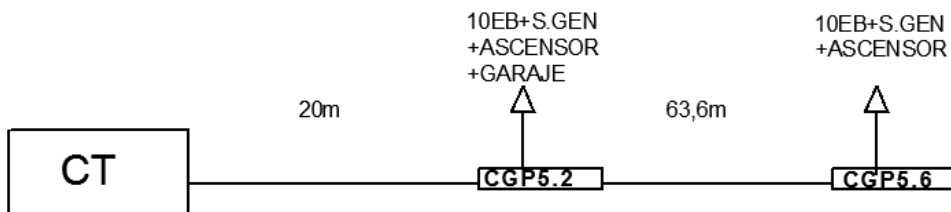
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-2)	21,05	21,05	97,35	2049,2175
2 (2-6)	64,5	85,55	65,45	5599,2475
3 (6-10)	65,48	151,03	65,45	9884,9135
4 (10-8)	33,6	184,63	65,45	12084,0335
5(8-4)	74,43	259,06	65,45	16955,477

ΣP	359,15
ΣPxL	46572,889
pmt	129,6753139



### Anillo 1 - Rama 1



## 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-2)	20	0	20	14,8	5,75	2	31,9	7,95	132,9
2 (2-6)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =132,9kw**

## 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{132,9}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 213,138(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{213,138}{0,81} = 263,13A.$$

## 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 263,13 A \rightarrow I_{adm.cond.} = 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{213,13}{275,4} = 0,77139 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$113,94m < 195m$$

## 5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

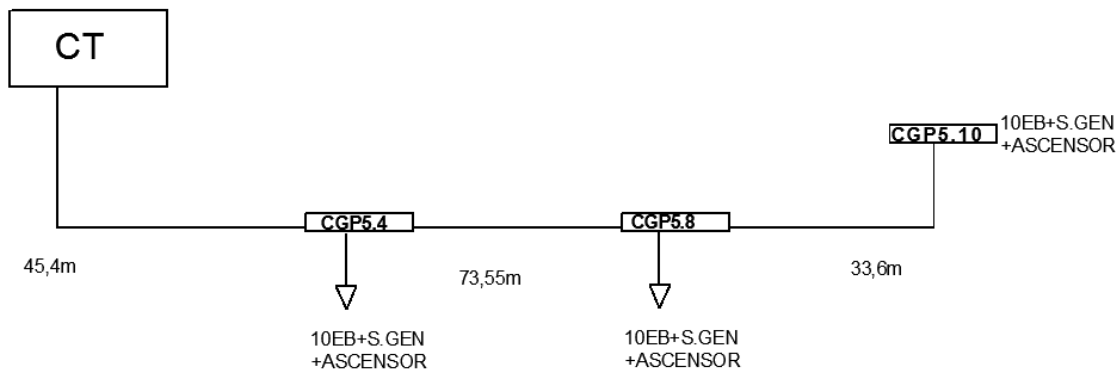
$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg \varphi = 0,4843.$$

2.1.1.2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-2)	52,81	132,90	0,697024103	0,697024103
2 (2-6)	61,13	56,83	0,344985219	1,042009322

$$1,042009322\% < 5\% \rightarrow \text{v\u00e1lido}$$

Anillo 1 - Rama 2



2º) C\u00e1lculo de las potencias

Tramo	n\u00b0 vivi EB	n\u00b0 vivi EE	n\u00b0 total viviendas	CS para n>21	Pm	N\u00b0 Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia
1(CT-4)	30	0	30	19,8	5,75	3	0	7,95	137,7
2(4-8)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	101
3(8-10)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =137,7 kw**

3º) C\u00e1lculo de la intensidad total por rama y factor de correcci\u00f3n:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{137,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 220,83(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{220,83}{0,81} = 272,63A.$$

4° Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 272,63 A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{220,83}{275,4} = 0,8018 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 165m$$

$$153,92m < 165m$$

5° Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$2.1.1.3 U = 0,4KV$$

$$2.1.1.4 R = 0,125 \Omega/km.$$

$$2.1.1.5 X = 0,070 \Omega/km.$$

$$2.1.1.6 \cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-4)	45,89	137,70	0,6275649	0,6275649
2(4-8)	74,43	101,00	1,138526519	1,76609142
3(8-10)	33,6	56,83	0,289169497	2,055260917

$$2,055260917\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT7</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;113,94 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;153,92 m</p>

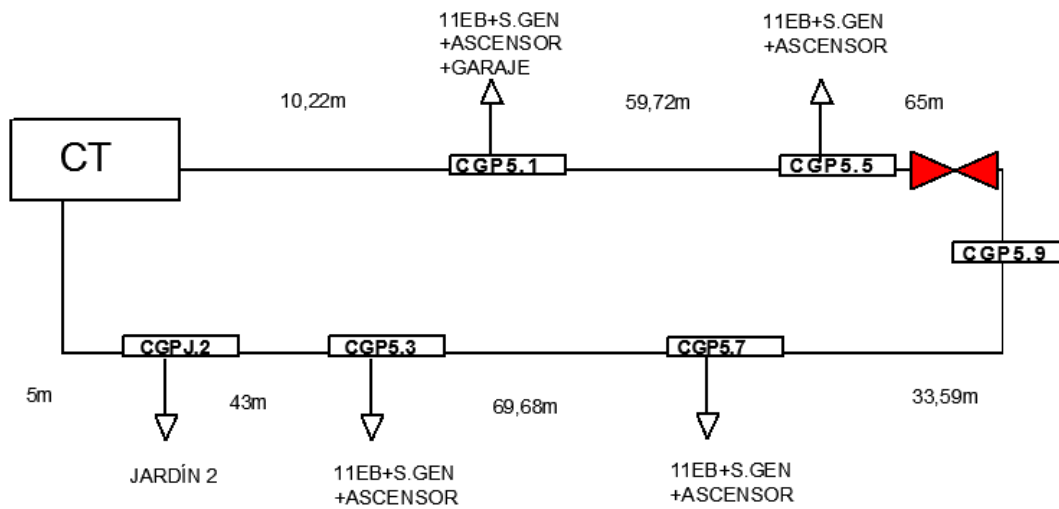
**b) Anillo2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

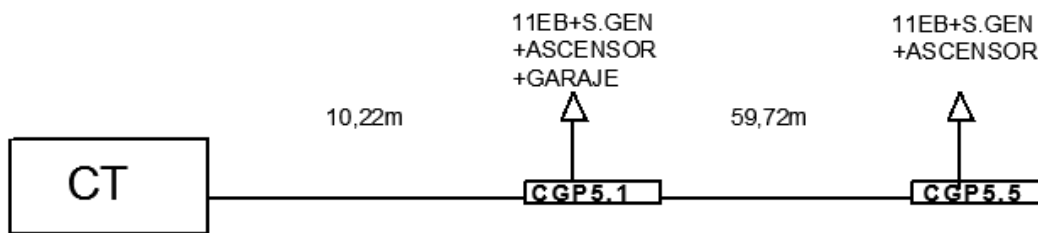
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-1)	10,81	10,81	97,35	1052,3535
2 (1-5)	64	74,81	65,45	4896,3145
3 (5-9)	68	142,81	65,45	9346,9145
4 (9-7)	34	176,81	65,45	11572,2145
5(7-3)	72	248,81	65,45	16284,6145
6(3-J2)	43	291,81	24,065	7022,40765

$\Sigma P$	383,215
$\Sigma P \times L$	50174,81915
pmt	130,9312505



### Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Poten
1 (CT-1)	20	0	20	14,8	5,75	2	31,9	7,95	132,9
2 (1-5)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,82

**Potencia de la rama = 132,9kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{132,9}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 213,138(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{213,138}{0,81} = 263,13A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:



$$I_{tablas} = 263,13 A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{213,138}{275,4} = 0,8174 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$74,81m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$2.1.1.7 U = 0,4KV$$

$$2.1.1.8 R = 0,125 \Omega/km.$$

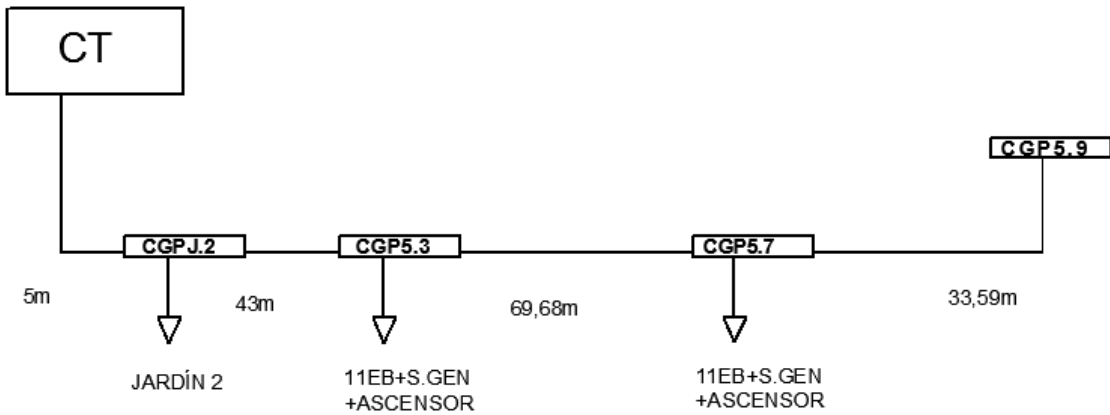
$$2.1.1.9 X = 0,070 \Omega/km.$$

$$2.1.1.10 \cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-1)	10,81	132,90	0,142678102	0,142678102
2 (1-5)	64	56,83	0,361181973	0,503860075

$$0,503860075\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

## Anillo 2 - Rama 2



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Gara je	Ascensor y S.G.	JARDIN	Potencia acumulada
1(CT-J2)	30	0	30	19,8	5,75	3	0	7,95	24,06 5	161,765
2(J2-3)	30	0	30	19,8	5,75	3	0	7,95	0	137,7
3(3-7)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	0	101
4(7-9)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	0	56,825

**Potencia de la rama =161,765 kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{161,765}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 220,83 \text{ (A)} = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables A 600mm:  $K_a = 0,85$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{259,32}{0,85} = 305,089 \text{ A.}$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 305,089 \text{ A} \rightarrow 340 \text{ A (S = 240 mm)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,85 = 289 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{259,32}{289} = 0,897 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobamos:

$$I_f = 1,6 * I_n < 1,45I_z \rightarrow 1,6x250 = 400 < 1,45x289 = 419,05$$

-Comprobación de longitud:

$$154m < 260m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 260m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-J2)	5	161,70	0,080294662	0,080294662
2(J2-3)	43	137,70	0,588042944	0,668337606
3(3-7)	72	101,00	0,722205045	1,390542651
4(7-9)	34	56,83	0,191877923	1,582420574

$$1,582420574\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT7</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;74,81 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;154 m</p>

### 2.1.8.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8

El CT8 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: 5 EDIFICIOS DE LA PARCELA 8

- Anillo 2: LA PARCELA 11 (VIVIENDAS UNIFAMILIARES)+AL2

Ver **PLANO ANILLOS CT8**

#### a) Anillo1:

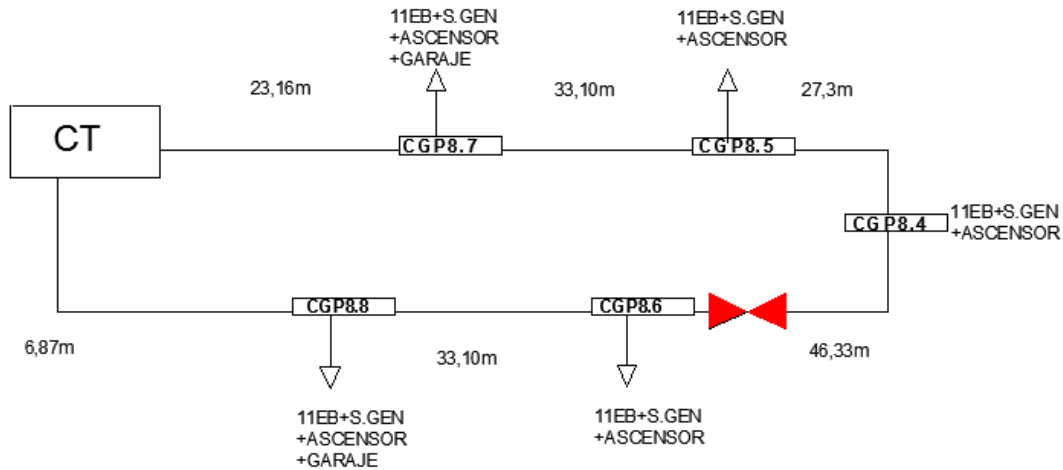
1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

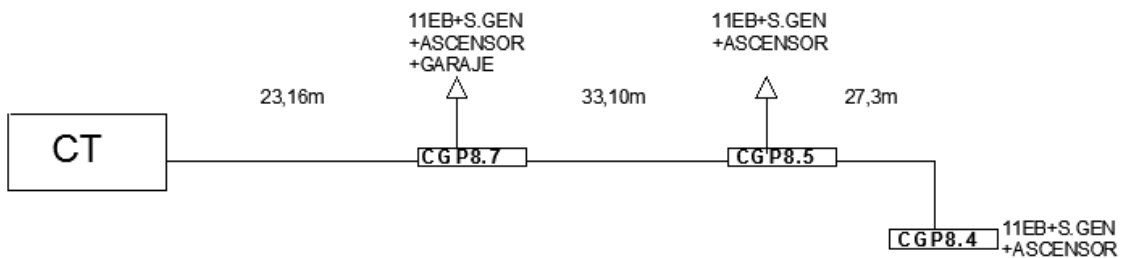
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-8.7)	23,16	23,16	89,55	2073,978
2 (8.7-8.5)	33,1	56,26	71,2	4005,712
3 (8.5-8.4)	27,3	83,56	71,2	5949,472

4 (8.4-8.6)	46,33	129,89	71,2	9248,168
5(8.6-8.8)	33,1	162,99	89,55	14595,7545

ΣP	392,7
ΣPxL	35873,0845
pmt	91,34984594



### Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	P
1 (CT-8.7)	33	0	30	21,3	5,75	3	31,43	7,95	177,755
2 (8.7-8.5)	22	0	20	15,8	5,75	2	0	7,95	100,000
3 (8.5-8.4)	11	0	10	9,2	5,75	1	0	7,95	62,955

**Potencia de la rama =177,755kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{ Cos } \varphi} = \frac{177,755}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 285,074(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables MAS SEPARACION DE 600mm:  $K_a=0,94$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{285,074}{0,94} = 303,2709A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 303,2709 A \rightarrow I_{adm.cond.} = 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 \times 0,94 = 319,6 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{271,24}{319,6} = 0,8919 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$83,56m < 195m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

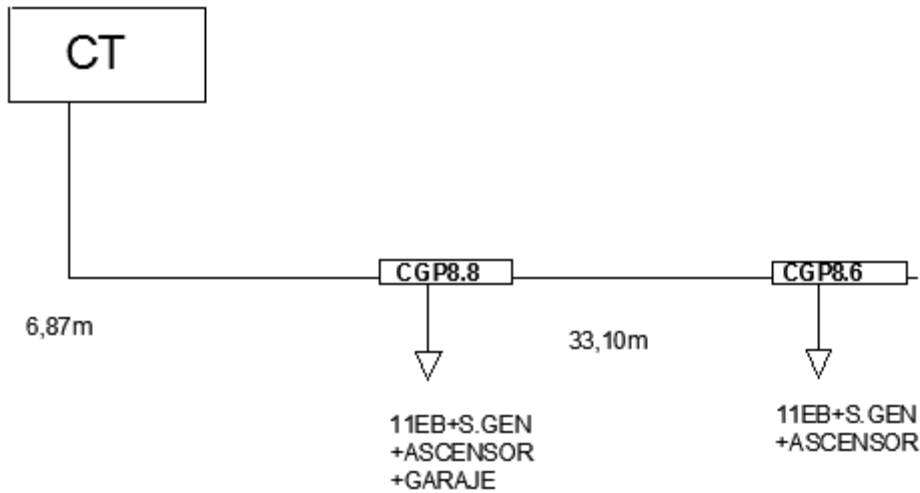
$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-8.7)	23,16	177,76	0,408852849	0,408852849
2 (8.7-8.5)	33,1	106,75	0,350915479	0,759768328
3 (8.5-8.4)	27,3	60,85	0,16497946	0,924747788

$$0,92474\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 1 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Gara je	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-8.8)	20	0	20	14,8	5,75	2	31,4	7,95	138,18
2(8.8-8.6)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	60,85

**Potencia de la rama =138,18 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{138,18}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 221,606(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{221,606}{0,92} = 235,75A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 235,75 A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,92 = 312,8 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{235,75}{312,8} = 0,737645 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$39,97m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

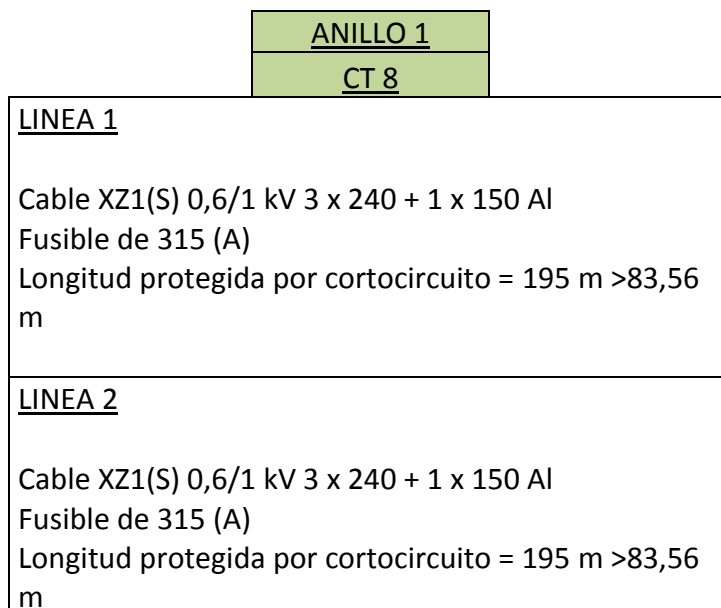
$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-8.6)	6,87	138,18	0,094277612	0,094277612
2(8.6-8.8)	33,1	60,85	0,200030041	0,294307653

$$0,294307653\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:



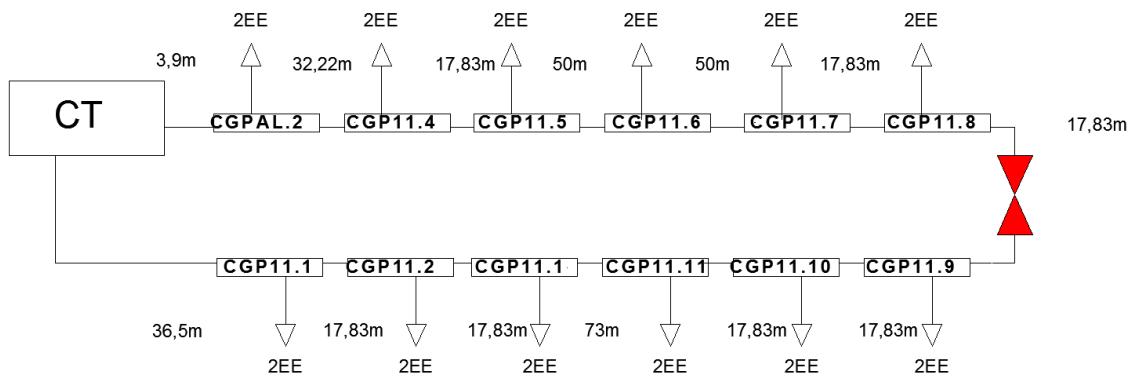




**b) Anillo2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_r}$$

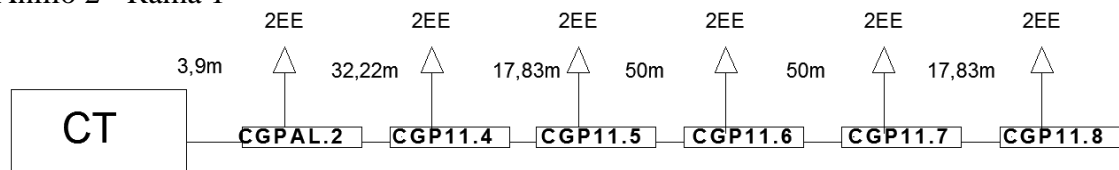


Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-AL.2)	3,9	3,9	18,4	71,76
2 (AL.2-11.4)	32,22	36,12	18,4	664,608
3 (11.4-11.5)	17,83	53,95	18,4	992,68
4 (11.5-11.6)	50	103,95	18,4	1912,68
5 (11.6-11.7)	50	153,95	18,4	2832,68
6 (11.7-11.8)	17,83	171,78	18,4	3160,752
7 (11.8-11.9)	17,83	189,61	18,4	3488,824
8 (11.9-11.10)	17,83	207,44	18,4	3816,896

9 (11.10-11.11)	17,83	225,27	18,4	4144,968
10 (11.11-11.1)	73	298,27	18,4	5488,168
11 (11.1-11.2)	17,83	316,1	18,4	5816,24
12 (11.2-11.3)	17,83	333,93	18,4	6144,312

ΣP	220,8
ΣPxL	38534,568
pmt	174,5225

### Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Alumb rado	Potencia acumulada
1 (CT-AL.2)	0	10	10	8,5	9,2	20	98,2
2 (AL.2-11.4)	0	10	10	8,5	9,2	0	78,2
3 (11.4-11.5)	0	8	8	7	9,2	0	64,4
4 (11.5-11.6)	0	6	6	5,4	9,2	0	49,68
5 (11.6-11.7)	0	4	4	3,8	9,2	0	34,96
6 (11.7-11.8)	0	2	2	2	9,2	0	18,4

**Potencia de la rama =98,2kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{Cos } \varphi} = \frac{98,2}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 157,48(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{157,48}{0,92} = 171,182 A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 171,182 A \rightarrow 200 A (S = 95 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,92 = 184 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{157,48}{184} = 0,8559 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x95) + 1x50 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 125A; L = 205m$$

$$171,78m < 205m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

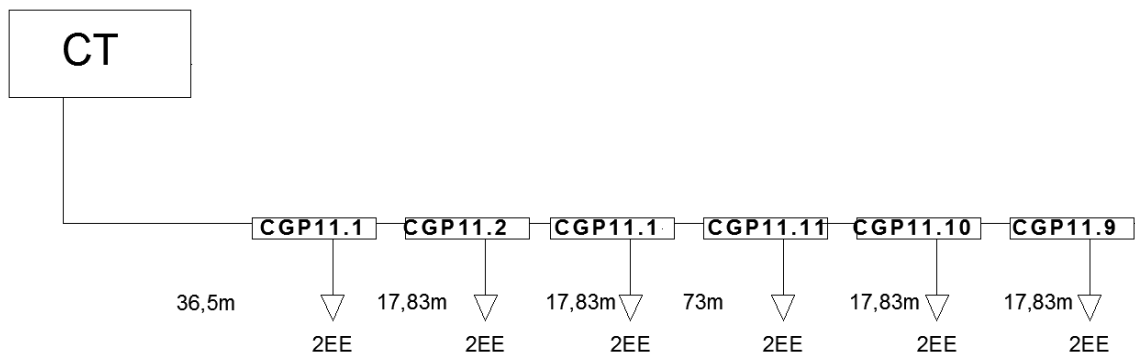
$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-AL.2)	3,9	98,20	0,085406168	0,085406168
2 (AL.2-11.4)	32,22	78,20	0,5618824	0,647288568
3 (11.4-11.5)	17,83	64,40	0,256065076	0,903353644
4 (11.5-11.6)	50	49,68	0,553942557	1,457296201
5 (11.6-11.7)	50	34,96	0,389811429	1,84710763
6 (11.7-11.8)	17,83	18,40	0,07316145	1,92026908

$$1,92026908\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

### Anillo 2 - Rama 2



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	P m	Potencia acumulada
1 (CT-11.3)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
2 (11.3-11.2)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
3 (11.2-11.1)	0	8	8	7	9,2	64,4
4 (11.1-11.11)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
5 (11.11-11.10)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
6 (11.10-11.9)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =91,08 kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{91,08}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 146,069 (A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas :  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,069}{0,92} = 158,77 A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 158,77 A \rightarrow 200 A (S = 95 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \quad \rightarrow \quad I_c = 200 \times 0,92 = 184 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{146,069}{184} = 0,8628 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x95) + 1x50 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 125A; L = 205m$$

$$180,82m < 260m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

2.1.1.11 U = 0,4KV

2.1.1.12 R= 0,125 Ω/km.

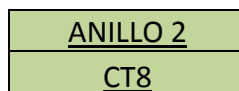
2.1.1.13 X= 0,070 Ω/km.

2.1.1.14 cos φ = 0,9 → tg φ = 0,4843.

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1 (CT-11.3)	36,5	91,08	0,741359789	0,741359789
2 (11.3-11.2)	17,83	78,20	0,310936164	1,052295953
3 (11.2-11.1)	17,83	64,40	0,256065076	1,308361029
4 (11.1-11.11)	73	49,68	0,808756133	2,117117162
5 (11.11-11.10)	17,83	34,96	0,139006756	2,256123917
6 (11.10-11.9)	17,83	18,40	0,07316145	2,329285368

$$2,329285368\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:



<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al  Fusible de 125 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 205 m &gt;171,78 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al  Fusible de 125 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 205 m &gt;180,82 m</p>

### 2.1.9.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 9

El CT9 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Tres edificios de la parcela 8 más dos de la parcela 9
- Anillo 2: Consta de 4 edificios de la parcela 2 con sus respectivos garajes (I) y (II)

Ver **PLANO ANILLOS CT9**

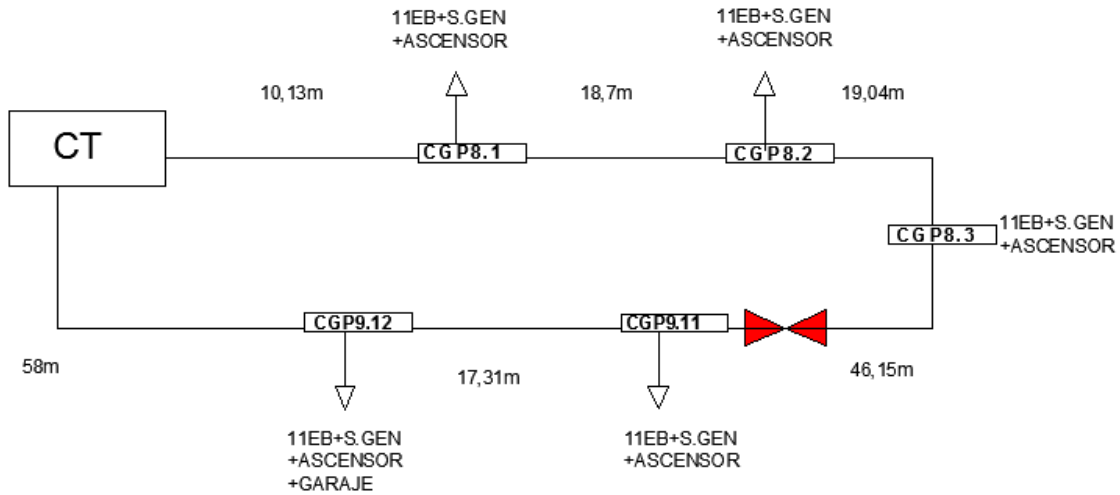
#### a) Anillo1:

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

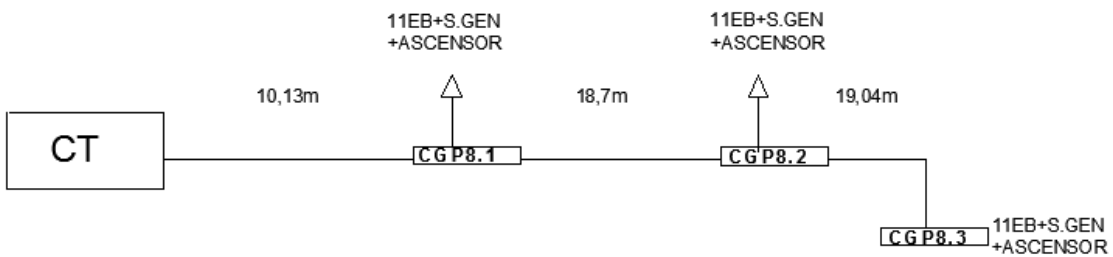
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1(CT-8.1)	10,13	10,13	71,2	721,256
2(8.1-8.2)	18,7	28,83	71,2	2052,696
3 (8.2-8.3)	19,04	47,87	71,2	3408,344
4 (8.3-9.11)	46,15	94,02	71,2	6694,224
6(9.11-9.12)	17,31	111,33	106,15	11817,6795

$\Sigma P$	390,95
$\Sigma P \times L$	24694,1995
pmt	63,16459777



### Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-8.1)	33	0	33	21,3	5,75	3	7,95	146,325
2(8.1-8.2)	22	0	22	15,8	5,75	2	7,95	106,75
3 (8.2-8.3)	11	0	11	9,2	5,75	1	7,95	60,85

**Potencia de la rama =146,325kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{Cos } \varphi} = \frac{146,325}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} = 234,6688(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{234,6688}{0,92} = 249,64A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 249,64A \rightarrow I_{adm.cond.} = 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,92 = 312,8 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{234,6688}{312,8} = 0,73425 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$47,87m < 195m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

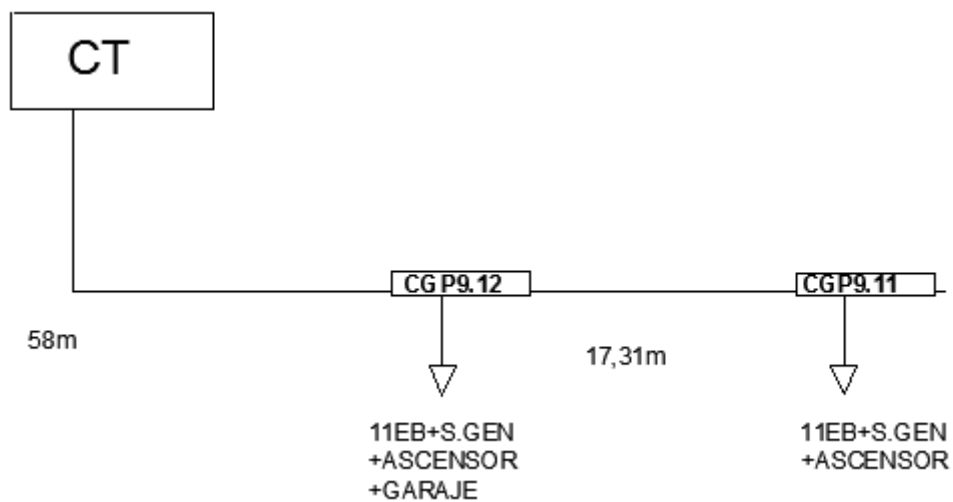
$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-8.1)	10,13	146,33	0,147209089	0,147209089
2(8.1-8.2)	18,7	106,75	0,198251343	0,345460432
3 (8.2-8.3)	19,04	60,85	0,115062598	0,46052303

$$0,46052303\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$



Anillo 1 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-9.12)	22	0	22	15,8	5,75	2	34,95	7,95	141,7
2 (9.12-9.11)	11	0	11	9,2	5,75	1	0	7,95	60,85

**Potencia de la rama =141,7 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{141,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 227,25(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{227,25}{0,92} = 241,75A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 241,75A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

$$f. s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{227,25}{312,8} = 0,7564 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$75,31m < 195m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-9.12)	17,31	141,70	0,243597914	0,243597914
2 (9.12-9.11)	58	60,85	0,350505812	0,594103727

$$0,594103727\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

**ANILLO 1****CT9****LINEA 1**

Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  
 Fusible de 315 (A)  
 Longitud protegida por cortocircuito = 195 m >47,87 m

**LINEA 2**

Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  
 Fusible de 315 (A)  
 Longitud protegida por cortocircuito = 195 m >75,31 m

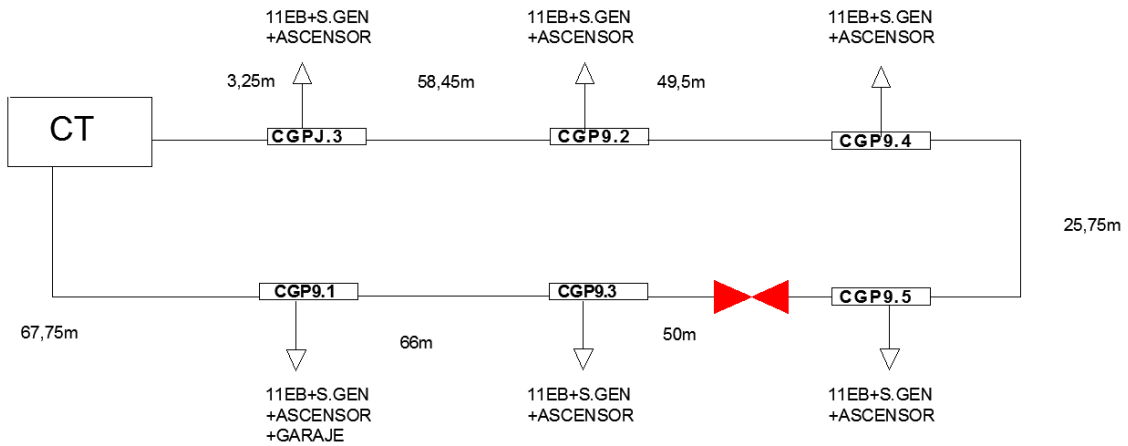
**b) Anillo2:**

1°) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

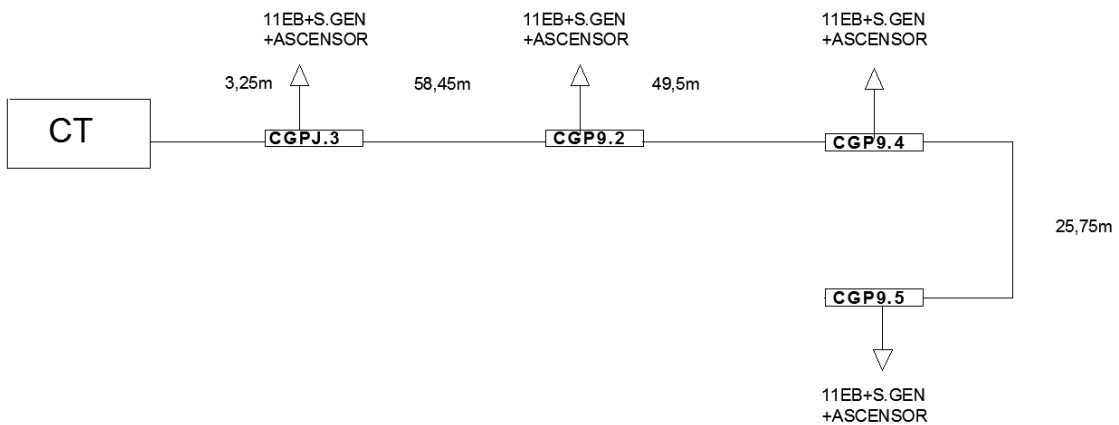
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-J.3)	3,25	3,25	8,55	27,7875
2 (J3-9.2)	58,45	61,7	71,2	4393,04
3 (9.2-9.4)	49,5	111,2	71,2	7917,44
4 (9.4-9.5)	25,75	136,95	71,2	9750,84
5 (9.5-9.3)	50	186,95	71,2	13310,84
6 (9.3-9.1)	66	252,95	106,15	26850,6425

ΣP	399,5
ΣPxL	62250,59
pmt	155,8212516



### Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Ascensor y S.G.	JARDIN	Potencia acumulada
1 (CT-J.3)	33	0	33	21,3	5,75	3	7,95	8,55	154,875
2 (J3-9.2)	33	0	33	21,3	5,75	3	7,95	0	146,325
3 (9.2-9.4)	22	0	22	15,8	5,75	2	7,95	0	106,75
4 (9.4-9.5)	11	0	11	9,2	5,75	1	7,95	0	60,85

**Potencia de la rama =154,875kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{154,875}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 248,38(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{248,38}{0,92} = 269,98 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 269,98A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,92 = 312,8 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{248,38}{312,8} = 0,794 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$136,95m < 195m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

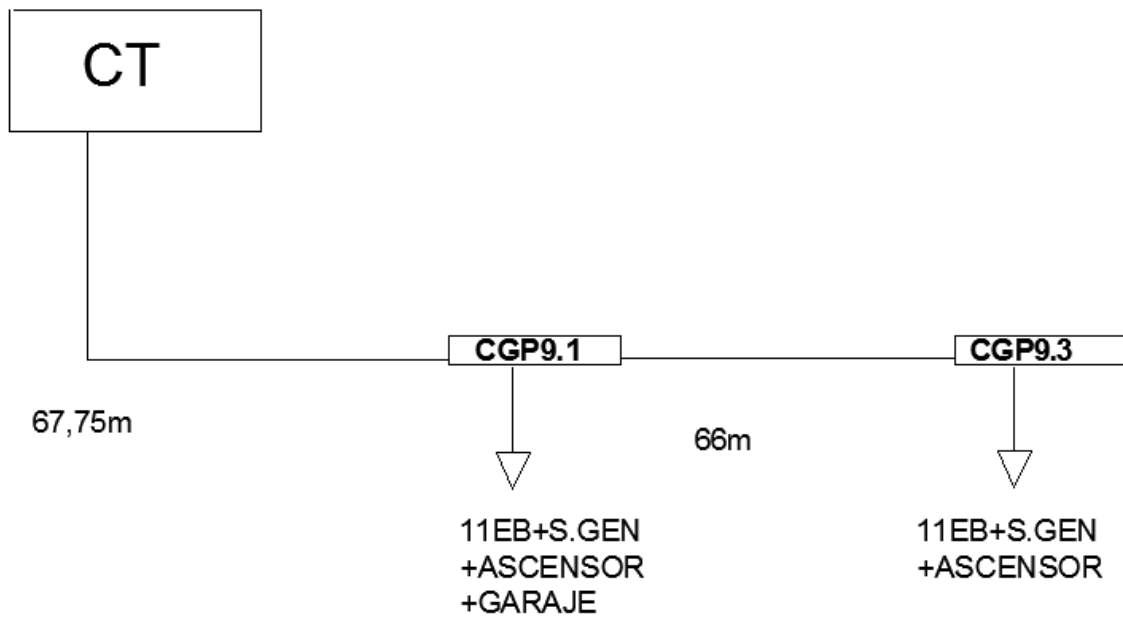
$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-J.3)	3,25	154,88	0,049988641	0,049988641
2 (J3-9.2)	58,45	146,33	0,849394992	0,899383633
3 (9.2-9.4)	49,5	106,75	0,524782967	1,424166599
4 (9.4-9.5)	25,75	60,85	0,155612494	1,579779093

$$2,561524569\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 2 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-9.1)	22	0	22	15,8	5,75	2	7,95	106,75
2 (9.1-9.3)	11	0	11	9,2	5,75	1	7,95	60,85

**Potencia de la rama =106,75 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{106,75}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 171,2(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{171,2}{0,92} = 196,128 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 196,128 A \rightarrow 260 A (S = 150 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 2600 * 0,92 = 239,2 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{171,2}{239,2} = 0,7779 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$133,75m < 165m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 165m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-9.1)	67,75	106,75	1,095345029	1,095345029
2 (9.1-9.3)	66	60,85	0,60824462	1,703589649

$$1,703589649\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 2</u>
<u>CT9</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;136,95 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito =195m &gt;133,75 m</p>

## 2.1.10.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 10

El CT10 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Formado por la parcela 13 entera más el Equipamiento juvenil y el jardín 4.
- Anillo 2: Formado por la parcela 12 y 14.

Ver **PLANO ANILLOS CT10**.

### a) Anillo1:

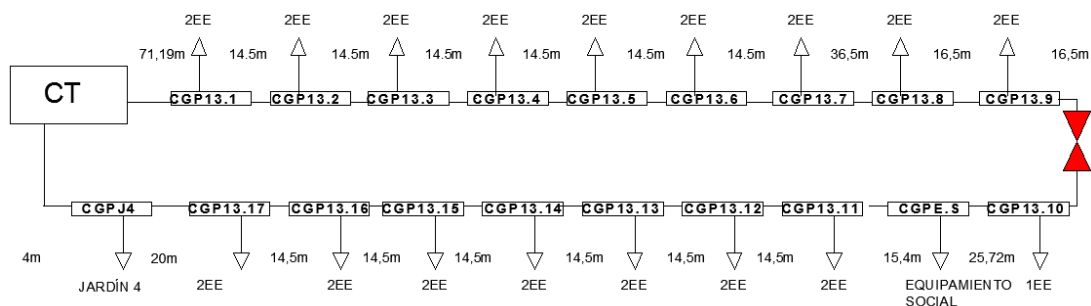
1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

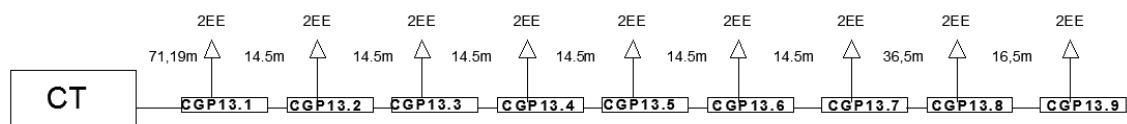
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-13.1)	71,9	71,9	18,4	1322,96
2 (13.1-13.2)	14,5	86,4	18,4	1589,76
3 (13.2-13.3)	14,5	100,9	18,4	1856,56
4 (13.3-13.4)	14,5	115,4	18,4	2123,36
5 (13.4-13.5)	14,5	129,9	18,4	2390,16
6 (13.5-13.6)	14,5	144,4	18,4	2656,96
7 (13.6-13.7)	14,5	158,9	18,4	2923,76
8 (13.7-13.8)	36,5	195,4	18,4	3595,36
9 (13.8-13.9)	16,5	211,9	18,4	3898,96
10 (13.9-13.10)	16,5	228,4	9,2	2101,28
11 (13.10-13.11)	23,5	251,9	18,4	4634,96
12 (13.11-13.12)	14,5	266,4	18,4	4901,76
13 (13.12-E.S)	14,63	281,03	16,61	4667,9083
14 (13.E.S-13.13)	14,63	295,66	18,4	5440,144
15 (13.13-13.14)	14,5	310,16	18,4	5706,944
16 (13.14-13.15)	14,5	324,66	18,4	5973,744
17 (13.15-13.16)	14,5	339,16	18,4	6240,544
18 (13.16-13.17)	14,5	353,66	18,4	6507,344
19 (13.17-J.4)	20	373,66	7,9	2951,914



$\Sigma P$	328,11
$\Sigma P \times L$	71484,3823
pmt	217,8671247



### Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-13.1)	0	18	18	13,7	9,2	126,04
2 (13.1-13.2)	0	16	16	12,5	9,2	115
3 (13.2-13.3)	0	14	14	11,3	9,2	103,96
4 (13.3-13.4)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
5 (13.4-13.5)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
6 (13.5-13.6)	0	8	8	7	9,2	64,4
7 (13.6-13.7)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
8 (13.7-13.8)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
9 (13.8-13.9)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =126,04kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{126,04}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 202,13(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{202,13}{0,81} = 249,55A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 249,55 \rightarrow I_{adm.cond.} = 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{202,13}{275,4} = 0,7339 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x340) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 260m$$

$$199,9m < 260m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

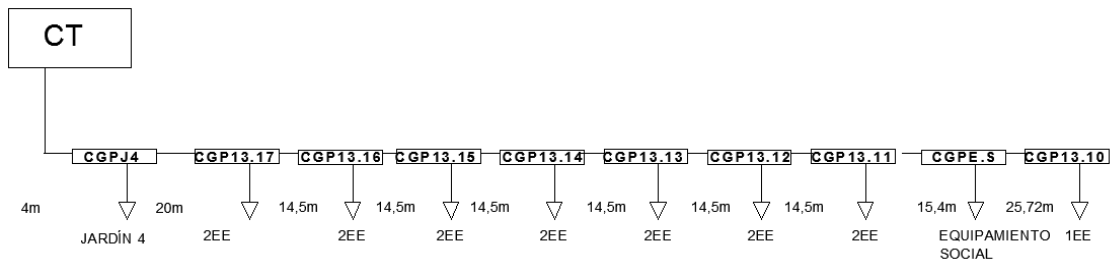
$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-13.1)	71,9	126,04	1,37249586	1,37249586
2 (13.1-13.2)	14,5	115,00	0,25254548	1,62504134
3 (13.2-13.3)	14,5	103,96	0,228301114	1,853342455
4 (13.3-13.4)	14,5	91,08	0,200016021	2,053358475
5 (13.4-13.5)	14,5	78,20	0,171730927	2,225089402
6 (13.5-13.6)	14,5	64,40	0,141425469	2,366514871
7 (13.6-13.7)	14,5	49,68	0,109099648	2,475614519
8 (13.7-13.8)	36,5	34,96	0,193258252	2,668872771
9 (13.8-13.9)	16,5	18,40	0,045980694	2,714853465

2,7148% < 5% → válido

### Anillo 1 - Rama 2



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	JARDÍN	Potencia acumulada
1 (CT-J.4)	0	16	16	12,5	9,2	7,9	138,96
2 (J.4-13.17)	0	16	16	12,5	9,2	0	131,06
3 (13.17-13.16)	0	14	14	11,3	9,2	0	120,02
4 (13.16-13.15)	0	12	12	9,9	9,2	0	107,14
4 (13.15-13.14)	0	10	10	8,5	9,2	0	94,26
6 (13.14-13.13)	0	8	8	7	9,2	0	80,46
7 (13.13-ES)	0	6	6	5,4	9,2	0	65,74
8 (13.E.S-13.12)	0	6	6	5,4	9,2	0	49,68
9 (13.12-13.11)	0	4	4	3,8	9,2	0	34,96
10(13.11.-13.10)	0	2	2	2	9,2	0	18,4

**Potencia de la rama =138,96kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{138,96}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 222,85(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{222,85}{0,81} = 275,13A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 275,13 \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{222,83}{275,4} = 0,8009 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$135,92m < 195m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-J.4)	4	138,96	0,055202207	0,055202207
2 (J.4-13.17)	20	131,06	0,260319563	0,315521771
3 (13.17-13.16)	14,5	120,02	0,172833638	0,488355409
4 (13.16-13.15)	14,5	107,14	0,154285919	0,642641328
4 (13.15-13.14)	14,5	94,26	0,1357382	0,778379528
6 (13.14-13.13)	14,5	80,46	0,115865644	0,894245171
7 (13.13-ES)	14,63	65,74	0,095517	0,989762171
8 (13.E.S-13.12)	14,63	49,68	0,072182607	1,061944778
9 (13.12-13.11)	14,5	34,96	0,050343809	1,112288587
10(13.11.-13.10)	23,5	18,40	0,042942995	1,155231583

1,196888532% < 5% → *válido*

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT10</u>
<u>LINEA 1</u> Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al Fusible de 250 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 260 m >199,9 m
<u>LINEA 2</u> Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al Fusible de 315 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 195 m >135,92 m

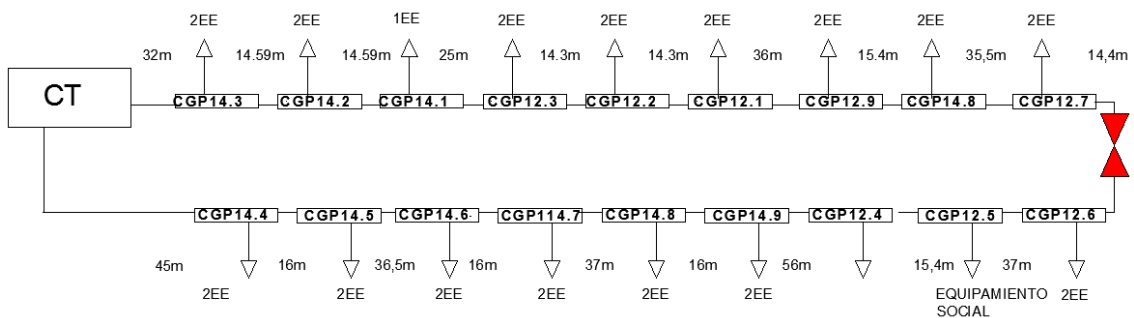
**b) Anillo2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

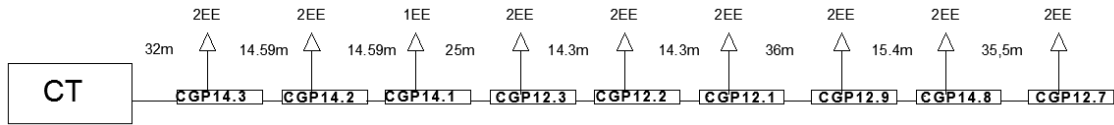
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-14.3)	32	32	18,4	588,8
2 (14.3-14.2)	14,59	46,59	18,4	857,256
3 (14.2-14.1)	14,59	61,18	9,2	562,856
4 (14.1-12.3)	25	86,18	18,4	1585,712
5 (12.3-12.2)	14,3	100,48	18,4	1848,832
6 (12.2-12.1)	14,3	114,78	18,4	2111,952
7 (12.1-12.9)	36	150,78	18,4	2774,352
8 (12.9-12.8)	15,4	166,18	18,4	3057,712
9 (12.8-12.7)	35,5	201,68	18,4	3710,912
10 (12.7-12.6)	14,4	216,08	18,4	3975,872
11 (12.6-12.5)	37	253,08	18,4	4656,672
12 (12.5-12.4)	15,4	268,48	18,4	4940,032
13 (12.4-14.9)	56	324,48	18,4	5970,432
14 (14.9-14.8)	16	340,48	18,4	6264,832
15 (14.8-14.7)	37	377,48	18,4	6945,632
16 (14.7-14.6)	16	393,48	18,4	7240,032
17 (14.6-14.5)	36,5	429,98	18,4	7911,632
18 (14.5-14.4)	16	445,98	18,4	8206,032

ΣP	322
ΣPxL	65003,52
pmt	201,8742857



## Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-14.3)	0	17	17	13,1	9,2	120,52
2 (14.3-14.2)	0	15	15	11,9	9,2	109,48
3 (14.2-14.1)	0	13	13	10,6	9,2	97,52
4 (14.1-12.3)	0	11	11	9,2	9,2	84,64
5 (12.3-12.2)	0	9	9	7,8	9,2	71,76
6 (12.2-12.1)	0	7	7	6,2	9,2	57,04
7 (12.1-12.9)	0	5	5	4,6	9,2	42,32
8 (12.9-12.8)	0	4	4	3,4	9,2	31,28
9 (12.8-12.7)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =120,52kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{120,52}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 193,28(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{193,28}{0,81} = 238,62 A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 238,62A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{193,28}{275,4} = 0,83469 < 1$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 260m$$

$$201,68m < 260m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

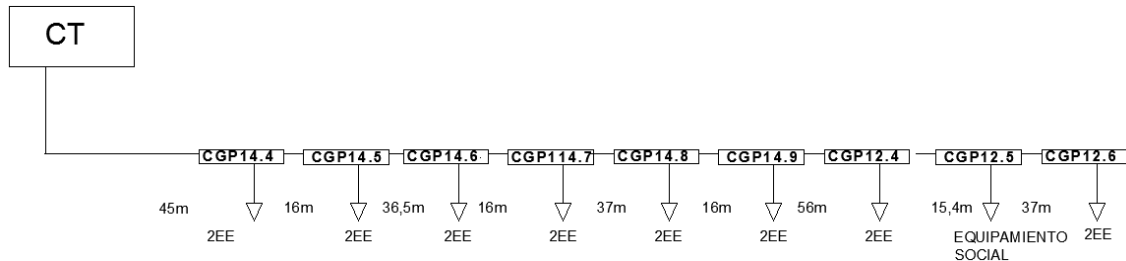
$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-14.3)	32	120,52	0,584094154	0,584094154
2 (14.3-14.2)	14,59	109,48	0,24191558	0,826009734
3 (14.2-14.1)	14,59	97,52	0,215487828	1,041497561
4 (14.1-12.3)	25	84,64	0,320471506	1,361969068
5 (12.3-12.2)	14,3	71,76	0,155414747	1,517383815
6 (12.2-12.1)	14,3	57,04	0,123534799	1,640918614
7 (12.1-12.9)	36	42,32	0,230739485	1,871658098
8 (12.9-12.8)	15,4	31,28	0,072956035	1,944614133
9 (12.8-12.7)	35,5	18,40	0,098928161	2,043542294

$$0,5\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$



## Anillo 2 - Rama 2



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-14.4)	0	18	18	13,7	9,2	126,04
2 (14.4-14.5)	0	16	16	12,5	9,2	115
3 (14.5-14.6)	0	14	14	11,3	9,2	103,96
4 (14.6-14.7)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
5 (14.7-14.8)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
6 (14.8-14.9)	0	8	8	7	9,2	64,4
7 (14.9-12.4)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
8 (12.4-12.5)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
9 (12.5-12.6)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =137,7 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{126,04}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 202,13(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas:  $K_a=0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{202,13}{0,81} = 249,55 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 249,55A \rightarrow 240 A (S = 340 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{202,136}{275,4} = 0,7339 < 0$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 260m$$

$$202,13m < 260m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-14.4)	45	126,04	0,859002972	0,859002972
2 (14.4-14.5)	16	115,00	0,278670875	1,137673847
3 (14.5-14.6)	36,5	103,96	0,574689012	1,712362859
4 (14.6-14.7)	16	91,08	0,220707333	1,933070192
5 (14.7-14.8)	37	78,20	0,438209951	2,371280143
6 (14.8-14.9)	16	64,40	0,15605569	2,527335833
7 (14.9-12.4)	56	49,68	0,421350363	2,948686196
8 (12.4-12.5)	15,4	34,96	0,081539098	3,030225294
9 (12.5-12.6)	37	18,40	0,103108224	3,133333518

$$1,510767247\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

**ANILLO 2****CT10****LINEA 1**

Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  
 Fusible de 250 (A)  
 Longitud protegida por cortocircuito = 260 m >201,68 m

**LINEA 2**

Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  
 Fusible de 250 (A)  
 Longitud protegida por cortocircuito = 260 m >202,13 m

**2.1.1.11.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 11**

El CT11 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Formado por cinco escaleras del edificio 19.
- Anillo 2: Formado por cinco escaleras del edificio 19.

Ver **PLANO ANILLOS CT11**

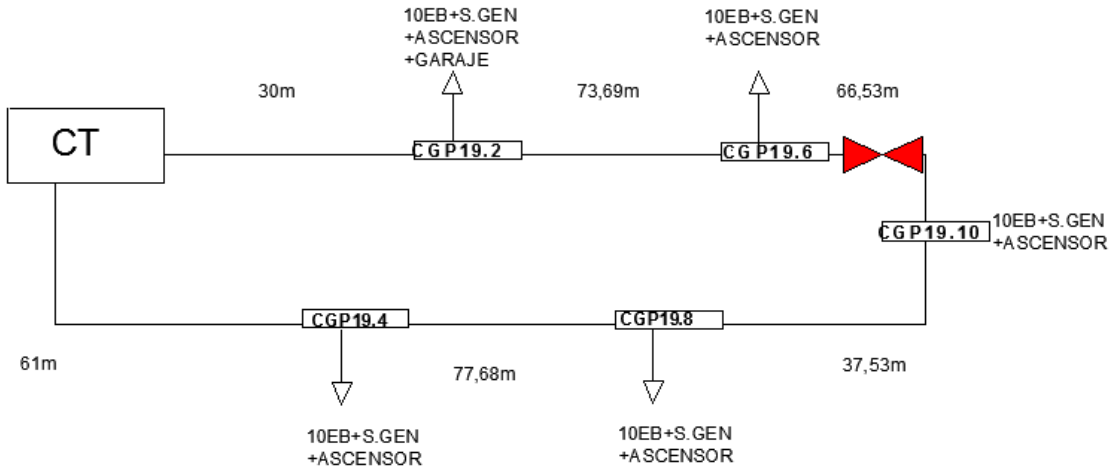
**a)Anillo1:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

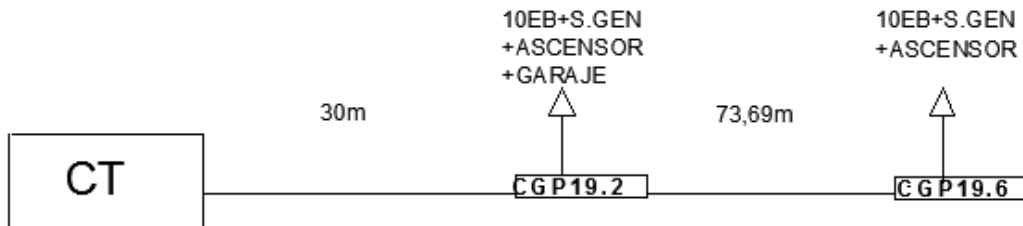
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_r}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-19.2)	30	30	99,836666	2995,09998
2 (19.2-19.6)	73,69	103,69	65,45	6786,5105
3 (19.6-19.10)	66,63	170,32	65,45	11147,444
4 (19.10-19.8)	33,6	203,92	65,45	13346,564
5(19.8-19.4)	77,68	281,6	65,45	18430,72

$\Sigma P$	361,636666
$\Sigma P \times L$	52706,33848
pmt	145,7439011



### 2.1.3.2.1. Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-19.2)	20	0	20	14,8	5,75	2	34,38	7,95	135,38333
2 (19.2-19.6)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =135,3833kw**

3°) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{135,3833}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 217,121(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{217,121}{0,81} = 268,05A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 268,05 \rightarrow I_{adm.cond.} = 340 A \quad (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{217,12}{275,4} = 0,78838 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x340) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$103,69m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

U = 0,4KV

R= 0,125 Ω/km.

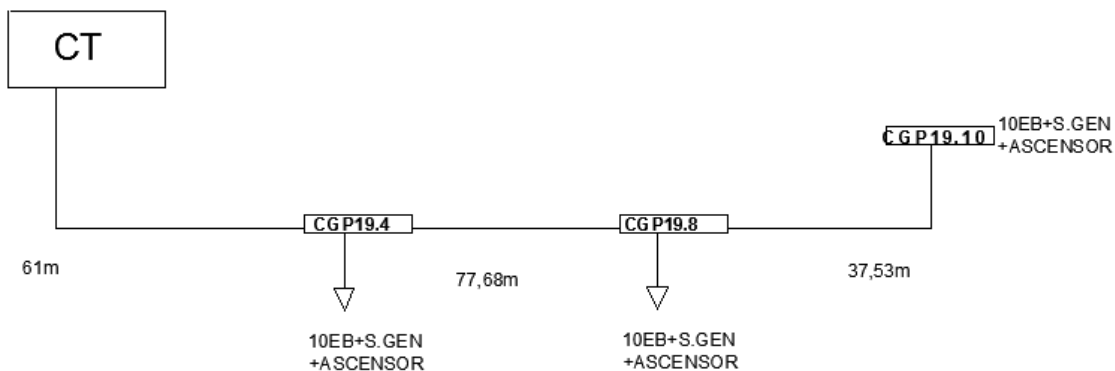
X= 0,070 Ω/km.

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1 (CT-19.2)	30	135,38	0,403360247	0,403360247
2 (19.2-19.6)	73,69	56,83	0,415867181	0,819227428

$$0,62783\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 1 - Rama 2



2°) Cálculo de las potencias

Tramo	n° vivi EB	n° vivi EE	n° total viviendas	CS para n>21	Pm	N° Escaleras	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-19.4)	30	0	30	19,8	5,75	3	7,95	137,7
2(19.4-19.8)	20	0	20	14,8	5,75	2	7,95	101
3(19.8-19.10)	10	0	10	8,5	5,75	1	7,95	56,825

**Potencia de la rama =137,7kw**

3°) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{137,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 220,83(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{220,83}{0,81} = 272,63A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 272,63 \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{220,83}{275,4} = 0,8018 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$172,28m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-19.4)	61	137,70	0,834200456	0,834200456
2(19.4-19.8)	77,68	101,00	0,779178999	1,613379455
3(19.8-19.10)	33,6	56,83	0,189620536	1,80299999

1,80299999% < 5% → *válido*

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT11</u>
<u>LINEA 1</u> Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al Fusible de 315 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 195 m >103,69 m
<u>LINEA 2</u> Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al Fusible de 315 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 195 m >172,28 m



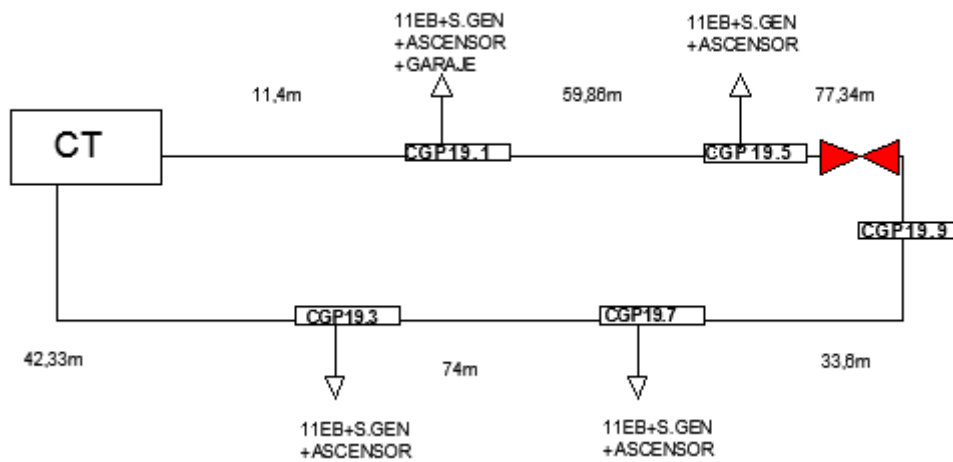
**b) Anillo2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

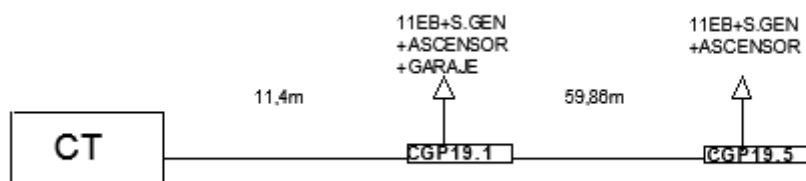
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-19.1)	11,4	11,4	99,8366	1138,13724
2 (19.1-19.5)	59,86	71,26	65,45	4663,967
3 (19.5-19.9)	77,34	148,6	65,45	9725,87
4 (19.9-19.7)	33,6	182,2	65,45	11924,99
5 (19.7-19.3)	74	256,2	65,45	16768,29

ΣP	361,6366
ΣPxL	44221,25424
pmt	122,2809147



## Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-19.1)	20	0	20	14,8	5,75	3	34,3	7,95	143,3366667
2 (19.1-19.5)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =143,3366kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{115}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 184,43(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{184,43}{0,81} = 283,79 A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 283,79A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{184,43}{275,4} = 0,83469 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$71,26m < 195m$$

5° Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

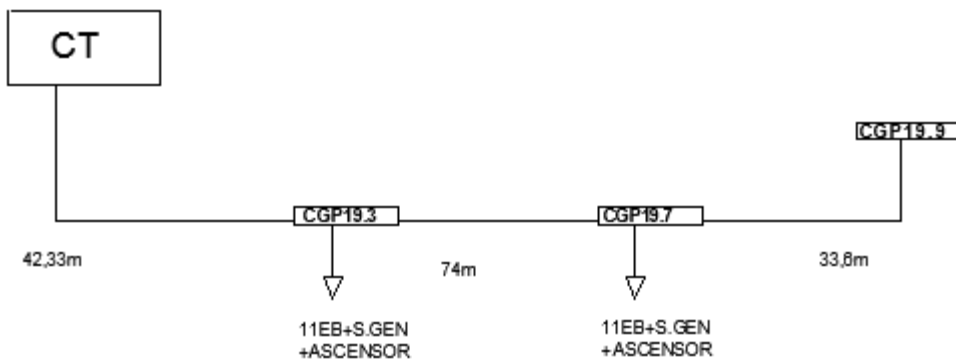
$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-19.1)	11,4	143,34	0,16228142	0,16228142
2 (19.1-19.5)	59,86	56,83	0,337818014	0,500099434

$$0,5\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 2 - Rama 2



## 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-19.3)	30	0	30	19,8	5,75	3	7,95	137,7
2(19.3-19.7)	20	0	20	14,8	5,75	2	7,95	101
3(19.7-19.9)	10	0	10	8,5	5,75	1	7,95	56,825

**Potencia de la rama =137,7 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{137,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 220,83(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{220,83}{0,81} = 272,63 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 272,63A \rightarrow 240 A (S = 340 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,81 = 275,4 > I_{max}$$

$$f. s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{220,83}{275,4} = 0,8018 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$149,94m < 195m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:  
 $U = 0,4\text{KV}$   
 $R = 0,125 \ \Omega/\text{km.}$   
 $X = 0,070 \ \Omega/\text{km.}$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \text{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-19.3)	42,33	137,70	0,578880415	0,578880415
2(19.3-19.7)	74	101,00	0,742266296	1,321146711
3(19.7-19.9)	33,6	56,83	0,189620536	1,510767247

$$1,510767247\% < 5\% \rightarrow \text{v\u00e1lido}$$

Seg\u00fan la normativa de las compa\u00f1\u00edas el\u00e9ctricas la secci\u00f3n final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el dise\u00f1o final de la red de distribuci\u00f3n ser\u00e1:

<u>ANILLO 2</u>
<u>CT11</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;71,26 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;149,93 m</p>

## 2.1.12.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 12

El CT11 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Formado por la parcela 17.
- Anillo 2: formado por cinco escaleras del edificio 20.

Ver **PLANO ANILLOS CT12**.

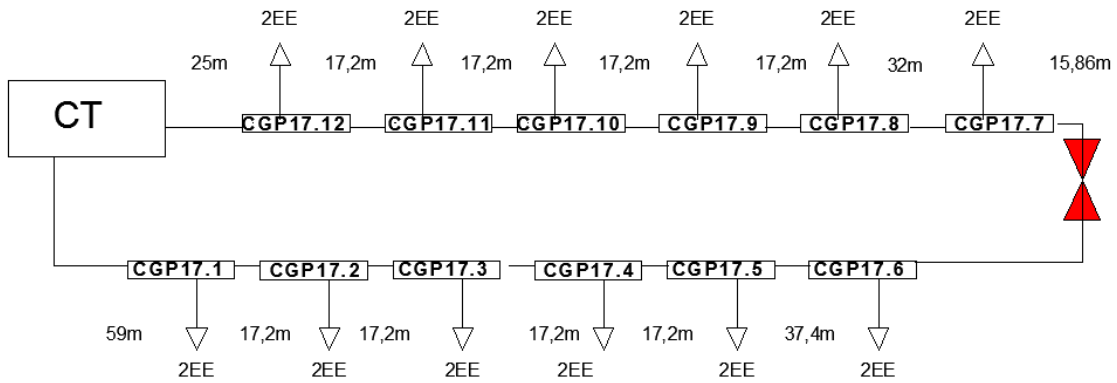
### a)Anillo1:

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

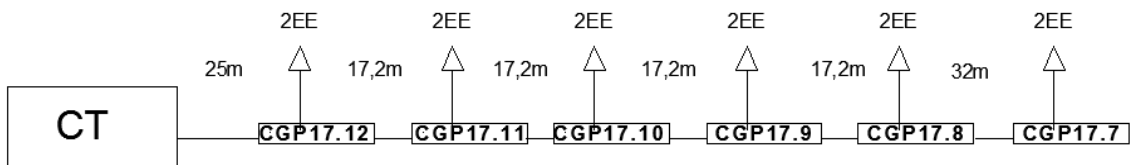
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-17.12)	25	25	8,4	210
2 (17.12-17.11)	17,2	42,2	8,4	354,48
3 (17.11-17.10)	17,2	59,4	8,4	498,96
4 (17.10-17.9)	17,2	76,6	8,4	643,44
5 (17.9-17.8)	17,2	93,8	8,4	787,92
6 (17.8-17.7)	32	125,8	8,4	1056,72
7 (17.7-17.6)	15,86	141,66	8,4	1189,944
8 (17.6-17.5)	37,4	179,06	8,4	1504,104
9 (17.5-17.4)	17,2	196,26	8,4	1648,584
10 (17.4-17.3)	17,2	213,46	8,4	1793,064
11 (17.3-17.2)	17,2	230,66	8,4	1937,544
12 (17.2-17.1)	17,2	247,86	8,4	2082,024

ΣP	100,8
ΣPxL	13706,784
pmt	135,98



### Anillo 1 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-17.12)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
2 (17.12-17.11)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
3 (17.11-17.10)	0	8	8	7	9,2	64,4
4 (17.10-17.9)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
5 (17.9-17.8)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
6 (17.8-17.7)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =91,08kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{91,08}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 146,069(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,81$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,069}{0,92} = 158,77A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 158,77 \rightarrow I_{adm.cond.} = 200 \text{ A } (S = 95 \text{ mm})$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,92 = 184 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{146,069}{184} = 0,7938 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x95) + 1x50 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 160 \text{ A; } L = 155 \text{ m}$$

$$125,8 \text{ m} < 155 \text{ m}$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \text{tg}\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4 \text{ KV}$$

$$R = 0,125 \text{ } \Omega/\text{km.}$$

$$X = 0,070 \text{ } \Omega/\text{km.}$$

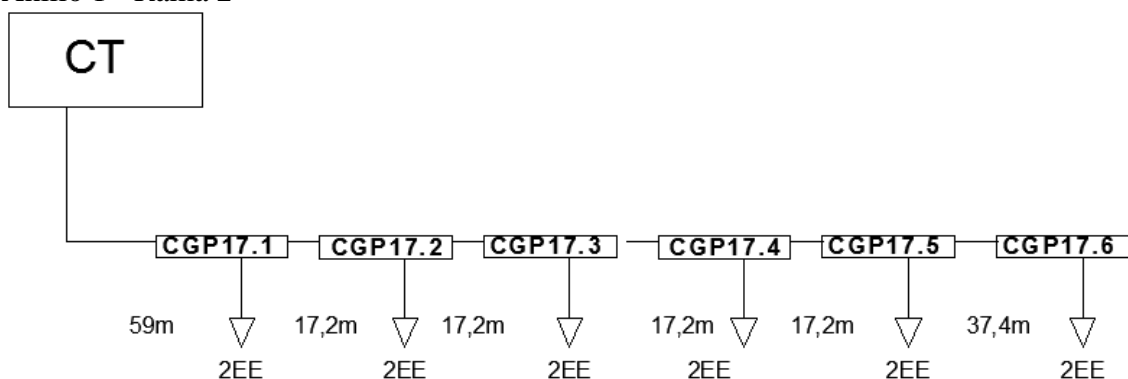
$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \text{tg}\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-17.12)	25	91,08	0,507780677	0,507780677
2 (17.12-17.11)	17,2	78,20	0,299949636	0,807730314
3 (17.11-17.10)	17,2	64,40	0,247017348	1,054747661
4 (17.10-17.9)	17,2	49,68	0,19055624	1,245303901
5 (17.9-17.8)	17,2	34,96	0,134095132	1,379399032
6 (17.8-17.7)	32	18,40	0,131304902	1,510703935

$$1,02598256\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$



Anillo 1 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-17.1)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
2 (17.1-17.2)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
3 (17.2-17.3)	0	8	8	7	9,2	64,4
4 (17.3-17.4)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
5 (17.4-17.5)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
6 (17.5-17.6)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =91,08kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{91,08}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 146,069(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,069}{0,92} = 158,77A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 272,63 \rightarrow 200 A (S = 95 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 200 * 0,92 = 184 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{146,069}{184} = 0,79385 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x95) + 1x50 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 160A; L = 155m$$

$$145m < 155m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-17.1)	59	91,08	1,198362398	1,198362398
2 (17.1-17.2)	17,2	78,20	0,299949636	1,498312035
3 (17.2-17.3)	17,2	64,40	0,247017348	1,745329382
4 (17.3-17.4)	17,2	49,68	0,19055624	1,935885622
5 (17.4-17.5)	17,2	34,96	0,134095132	2,069980754
6 (17.5-17.6)	17,2	18,40	0,070576385	2,140557139

$$2,089167683\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

**ANILLO 12****CT1****LINEA 1**

Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  
 Fusible de 160 (A)  
 Longitud protegida por cortocircuito = 155 m >125,8 m

**LINEA 2**

Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  
 Fusible de 160 (A)  
 Longitud protegida por cortocircuito = 155 m >145 m

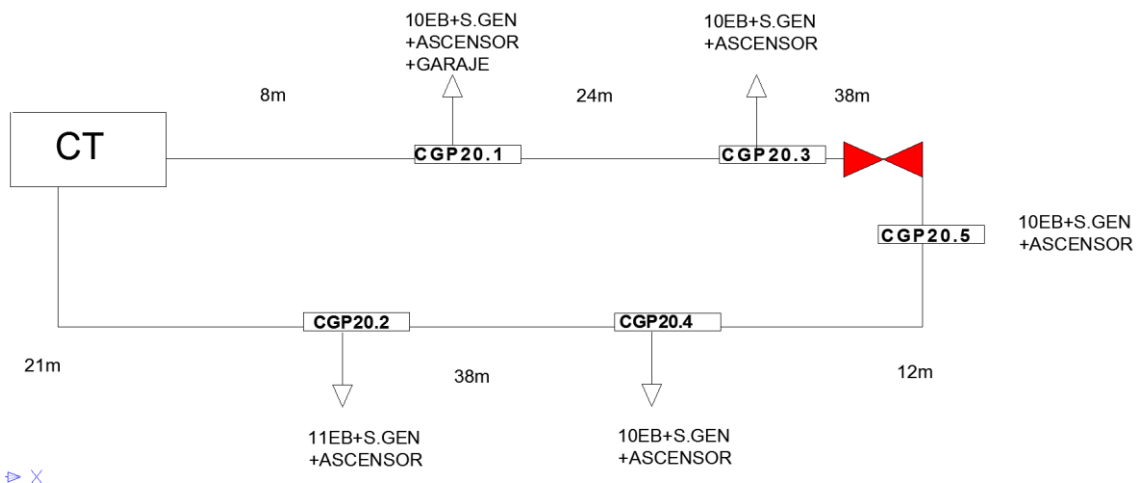
**b) Anillo2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

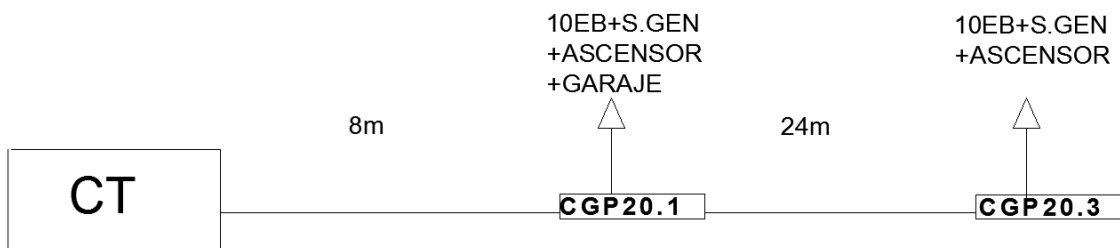
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_r}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-20.1)	8	8	85,45	683,6
2 (20.1-20.3)	24	32	65,45	2094,4
3 (20.3-25.5)	34	66	65,45	4319,7
4 (20.5-20.4)	12	78	65,45	5105,1
5(20.4-20.2)	38	116	65,45	7592,2

ΣP	347,25
ΣPxL	19795
pmt	57,0050396



### Anillo 2- Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21
1 (CT-20.1)	20	0	20	14,8
2 (20.1-20.3)	10	0	10	8,5

**Potencia de la rama =137,7kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{121}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 194,05(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{194,0538}{0,92} = 194,053 A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 283,123 \text{ A} \rightarrow I_{adm.cond.} = 260 \text{ A} (S = 150 \text{ mm})$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,92 = 239,2 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{194,053}{239,2} = 0,8112618 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

Fusible:  $I_n = 315\text{A}$ ;  $L = 195\text{m}$

$$32\text{m} < 195\text{m}$$

5° Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4\text{KV}$$

$$R = 0,206 \ \Omega/\text{km.}$$

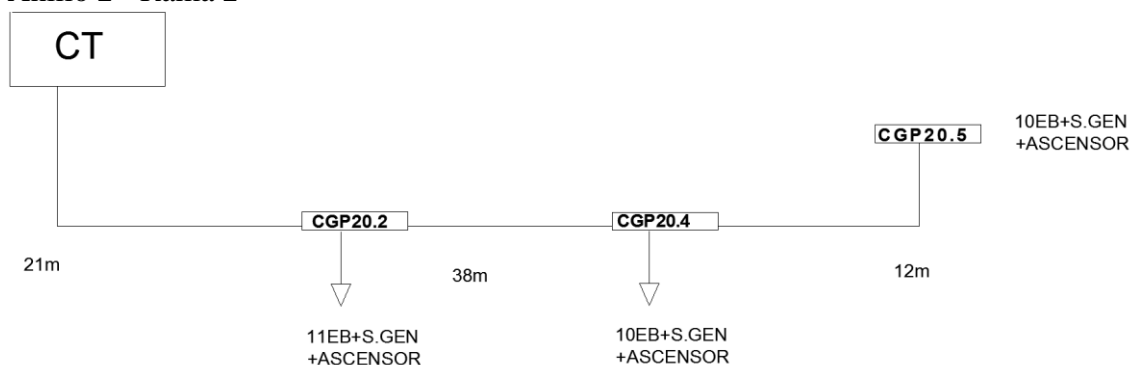
$$X = 0,075 \ \Omega/\text{km.}$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-20.1)	8	121,00	0,146605113	0,146605113
2 (20.1-20.3)	24	56,83	0,206549641	0,353154753

$$1,185412682\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

## Anillo 2 - Rama 2



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-20.2)	30	0	30	19,8	5,75	3	7,95	137,7
2(20.2-20.4)	20	0	20	14,8	5,75	2	7,95	101
3(20.4-20.5)	10	0	10	8,5	5,75	1	7,95	56,825

**Potencia de la rama = 137,7 kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{137,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 220,83(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables:  $K_a = 0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{220,83}{0,92} = 240,039A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 240,039 A \rightarrow 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,92 = 312,8 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{220,83}{312,8} = 0,70599 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

Fusible:  $I_n = 315A$ ;  $L = 71m$

$$57,96m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-20.2)	21	137,70	0,287183764	0,287183764
2(20.2-20.4)	38	101,00	0,381163774	0,668347537
3(20.4-20.5)	12	56,83	0,06772162	0,736069157

$$0,619061785\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

ANILLO 2
CT12
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;32m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;71m</p>

### 2.1.13.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 13

El CT1 dispone de 3 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Consta de todas las viviendas tipo dúplex de la parcela 1 y con 3 edificios de la parcela 2 con sus respectivos garajes (I) y (II)

- Anillo 2: Consta de 4 edificios de la parcela 2 con sus respectivos garajes (I) y (II)

Ver **PLANO ANILLOS CT13**.

#### a)Anillo1:

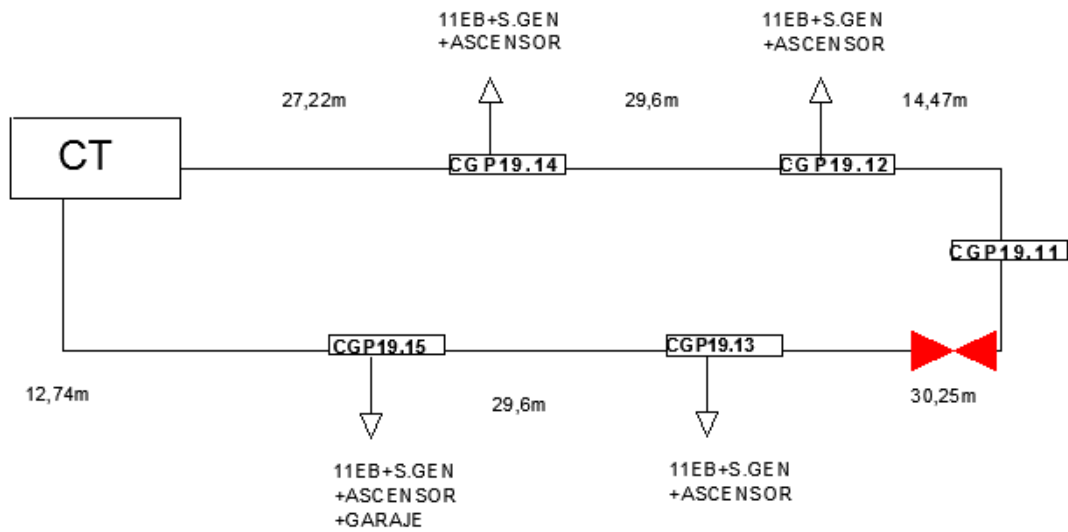
1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_r}$$

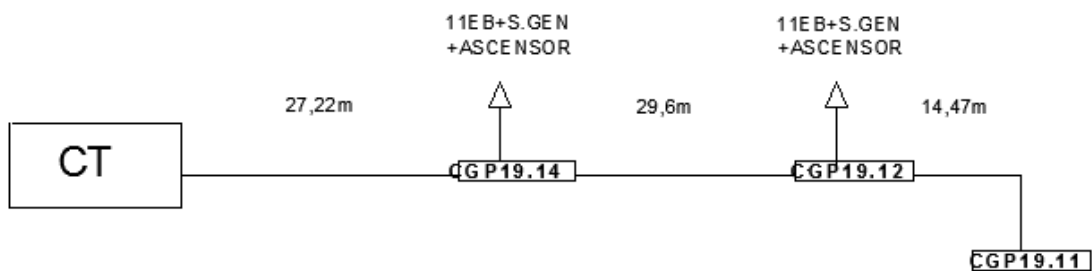
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-19.14)	27,22	27,22	99,836666	2717,554049
2 (19.14-19.12)	29,6	56,82	65,45	3718,869
3 (19.12-19.11)	14,47	71,29	65,45	4665,9305
4 (19.11-19.13)	30,25	101,54	65,45	6645,793
5(19.13-19.15)	29,6	131,14	65,45	8583,113

ΣP	361,636666
ΣPxL	26331,25955
pmt	72,81136573





Anillo 1 - Rama 1



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-19.14)	30	0	30	19,8	5,75	3	34,38	7,95	172,08333
2 (19.14-19.12)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	101
3 (19.12-19.11)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =172,08kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \text{Cos } \varphi} = \frac{172,08}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 275,9787(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{275,9787}{0,92} = 299,97A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 299,97A \rightarrow I_{adm.cond.} = 340 A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340x0,92 = 312,8 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{275,9787}{312,8} = 0,8822 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$71,29m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

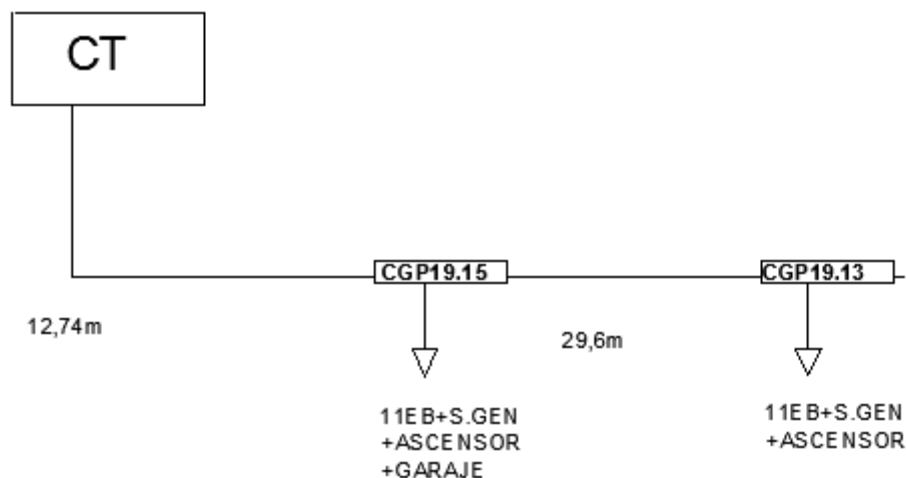
$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-14)	27,22	172,08	0,465193427	0,465193427
2 (14-12)	29,6	101,00	0,296906519	0,762099946
3 (12-11)	14,47	56,83	0,081660987	0,843760933

$$0,843760933\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

## Anillo 1 - Rama 2



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-15)	20	0	20	14,8	5,75	3	7,95	108,95
2(15-13)	10	0	10	8,5	5,75	2	7,95	64,775

**Potencia de la rama =108,95kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{108,95}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 174,728(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{174,728}{0,92} = 189,9224A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 189,9224A \rightarrow 260 A (S = 150 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,92 = 239,2 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{174,728}{239,2} = 0,7303 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$57,38m < 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-15)	33,74	108,95	0,556731855	0,556731855
2(15-13)	23,64	64,78	0,152076301	0,708808156

$$0,708808156\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 13</u>
<u>CT1</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;71,29 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;57,38 m</p>

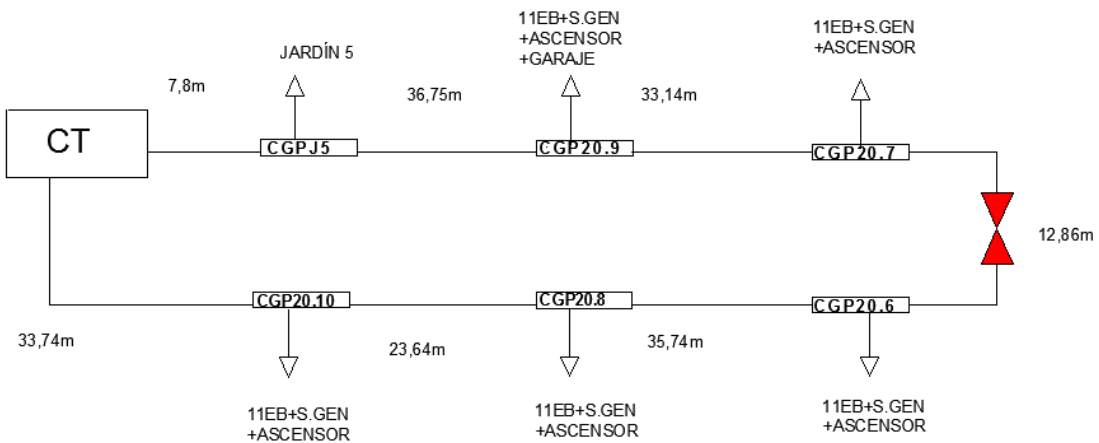
**b) Anillo2:**

1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

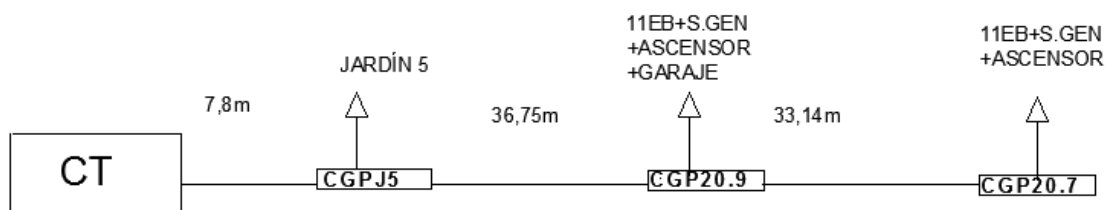
$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-J5)	7,8	7,8	12,81	99,918
2 (J5-20.9)	36,75	44,55	99,836666	4447,72347
3 (20.9-20.7)	33,14	77,69	65,45	5084,8105
4 (20.7-20.6)	12,86	90,55	65,45	5926,4975
5 (20.6-20.8)	35,74	126,29	65,45	8265,6805
6 (20.8-20.10)	23,64	149,93	65,45	9812,9185

ΣP	374,446666
ΣPxL	33637,54847
pmt	89,83268253



## Anillo 2 - Rama 1



### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Nº Escaleras	Jardines	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1 (CT-J5)	20	0	20	14,8	5,75	2	12,81	7,95	113,81
2 (J5-20.9)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	101
3 (20.9-20.7)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =113,81kw**

### 3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{113,81}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 182,52(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas de cables:  $K_a = 0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{182,52}{0,92} = 198,3944 A.$$

### 4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 198,3944A \rightarrow 260 A (S = 150 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond.} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,92 = 239,2 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{182,52}{239,2} = 0,763055 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 165m$$

$$77,69m < 165m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

U = 0,4KV

R= 0,206 Ω/km.

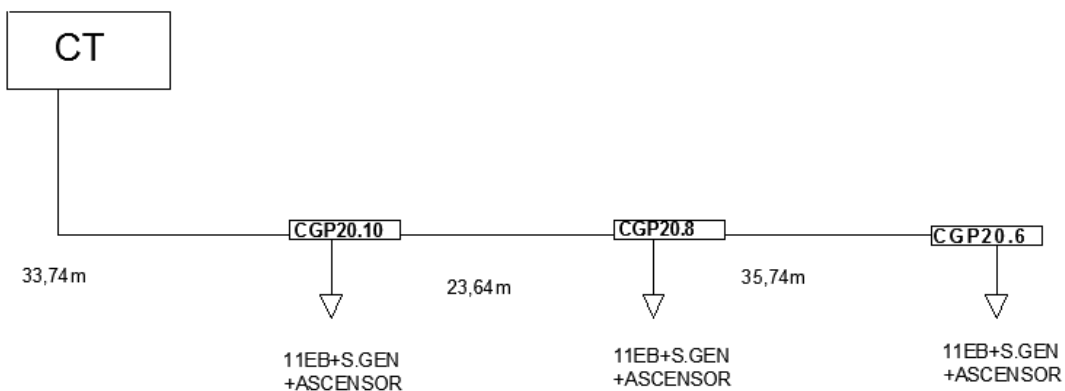
X= 0,075 Ω/km.

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1 (CT-J5)	7,8	113,81	0,088162049	0,088162049
2 (J5-20.9)	36,75	101,00	0,368625492	0,45678754
3 (20.9-20.7)	33,14	56,83	0,18702454	0,643812081

$$0,643812\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 2 - Rama 2



2°) Cálculo de las potencias

Tramo	n° vivi EB	n° vivi EE	n° total viviendas	CS para n>21	Pm	N° Escaleras	Garaje	Ascensor y S.G.	Potencia acumulada
1(CT-20.10)	30	0	30	19,8	5,75	3	0	7,95	137,7
2 (20.10-20.8)	20	0	20	14,8	5,75	2	0	7,95	101
3 (20.8-20.6)	10	0	10	8,5	5,75	1	0	7,95	56,825

**Potencia de la rama =137,7 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{137,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 220,8364(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 2 ternas:  $K_a=0,92$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{220,8364}{0,92} = 240,03 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 240,03 A \rightarrow 340A (S = 240 mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,92 = 312,8 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{220,8364}{312,8} = 0,76739 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

$$93,09m < 195m$$

5º) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,125 \Omega/km.$$

$$X = 0,070 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$



Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1(CT-20.10)	33,74	137,70	0,46140858	0,46140858
2 (20.10-20.8)	23,64	101,00	0,23712399	0,69853257
3 (20.8-20.6)	35,71	56,83	0,201528254	0,900060824

$0,900060824\% < 5\% \rightarrow \text{v\u00e1lido}$

Seg\u00fan la normativa de las compa\u00f1\u00edas el\u00e9ctricas la secci\u00f3n final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el dise\u00f1o final de la red de distribuci\u00f3n ser\u00e1:

<u>ANILLO 1</u>
<u>CT1</u>
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;77,69 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al  Fusible de 315 (A)  Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;93,09 m</p>

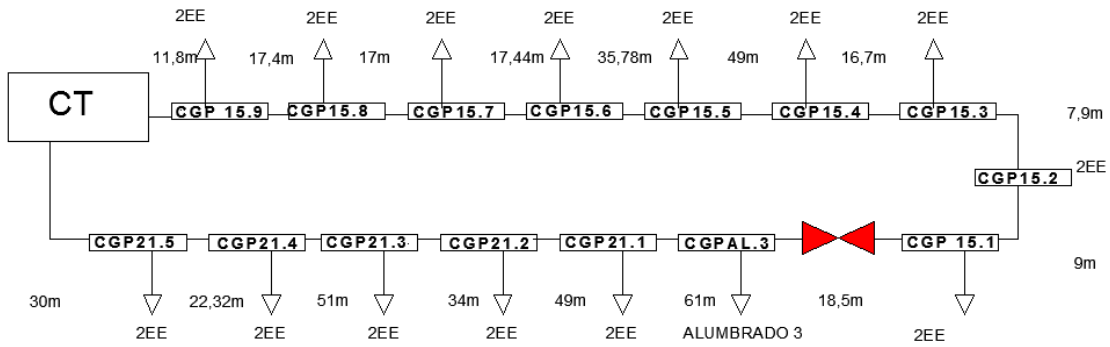
#### 2.1.14.-CENTRO DE TRANSFORMACI\u00d3N 14

El CT14 dispone de 2 anillos repartidos de la siguiente forma:

- Anillo 1: Consta de todas las viviendas tipo unifamiliar de la parcela 15 y 21 m\u00e1s el alumbrado 3.
- Anillo 2: Consta de todas las viviendas tipo unifamiliar de la parcela 16 y 18

Ver **PLANO ANILLOS CT 14**

**a)Anillo 1:**



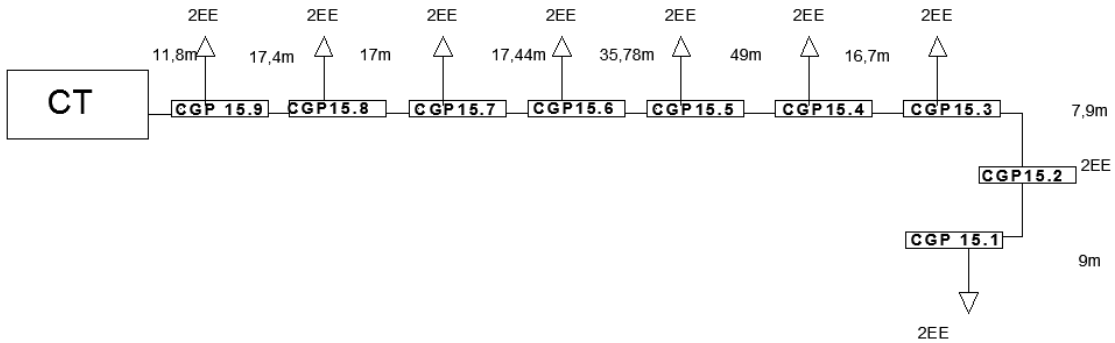
1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-15.9)	11,8	11,8	13,34	157,412
2 (15.9-15.8)	17,4	29,2	9,2	268,64
3 (15.8-15.7)	17	46,2	18,4	850,08
4 (15.7-15.6)	17,44	63,64	18,4	1170,976
5 (15.6-15.5)	35,78	99,42	18,4	1829,328
6 (15.5-15.4)	49	148,42	18,4	2730,928
7 (15.4-15.3)	16,7	165,12	18,4	3038,208
8 (15.3-15.2)	7,9	173,02	18,4	3183,568
9 (15.2-15.1)	9	182,02	18,4	3349,168
10 (15.1-AL3)	18,5	200,52	18,4	3689,568
11 (AL3-21.1)	61	261,52	18,4	4811,968
12 (21.1-21.2)	49	310,52	18,4	5713,568
13 (21.2-21.3)	34	344,52	9,2	3169,584
14 (21.3-21.4)	51	395,52	18,4	7277,568
15 (21.4-21.5)	22,32	417,84	18,4	7688,256

ΣP	252,54
ΣPxL	48928,82
pmt	193,7468124

Anillo 1 - Rama 1



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-15.9)	0	18	18	13,7	9,2	126,04
2 (15.9-15.8)	0	16	16	12,5	9,2	115
3 (15.8-15.7)	0	14	14	11,3	9,2	103,96
4 (15.7-15.6)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
5 (15.6-15.5)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
6 (15.5-15.4)	0	8	8	7	9,2	64,4
7 (15.4-15.3)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
8 (15.3-15.2)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
9 (15.2-15.1)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =126,04 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{126,04}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 202,136(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,78$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{202,136}{0,78} = 259,149 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 259,149 A \rightarrow 340 A (S = 240mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 340 * 0,78 = 265,2 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{202,136}{265,2} = 0,7622 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al

-Comprobación de longitud:

$$182,02m < 195m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 315A; L = 195m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

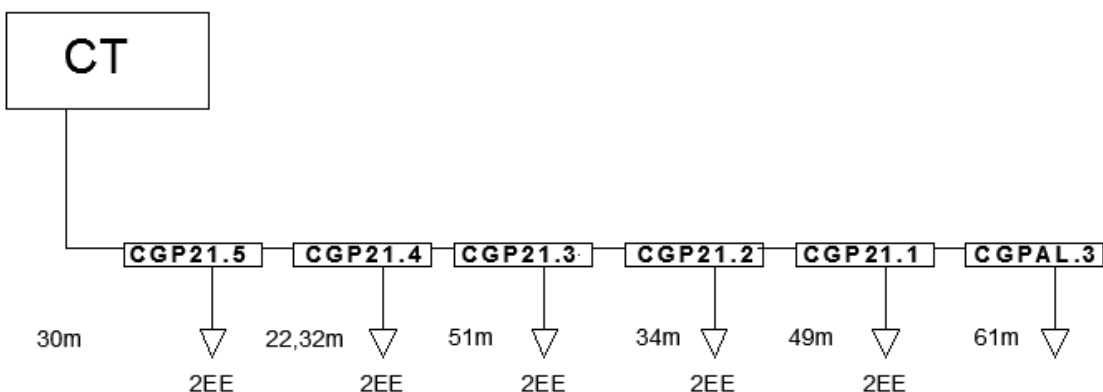
$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-15.9)	11,8	126,04	0,14770563	0,14770563
2 (15.9-15.8)	17,4	115,00	0,198725563	0,346431193
3 (15.8-15.7)	17	103,96	0,175518072	0,521949265
4 (15.7-15.6)	17,44	91,08	0,157752464	0,679701729
5 (15.6-15.5)	35,78	78,20	0,277877726	0,957579455
6 (15.5-15.4)	49	64,40	0,313392497	1,270971953
7 (15.4-15.3)	16,7	49,68	0,08239573	1,353367683
8 (15.3-15.2)	7,9	34,96	0,027428696	1,380796379
9 (15.2-15.1)	9	18,40	0,016446254	1,397242632

$$1,397242632\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Anillo 1 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	ALUMBRADO	Potencia acumulada
1 (CT-21.5)	0	9	9	7,8	9,2	20	91,76
2 (21.5-21.4)	0	7	7	6,2	9,2	20	77,04
3 (21.4-21.3)	0	5	5	4,6	9,2	20	62,32
4 (21.3-21.2)	0	4	4	3,8	9,2	20	54,96
5 (21.2-21.1)	0	2	2	2	9,2	20	38,4
6 (21.1-AL3)	0	0	0	0	0	20	20

**Potencia de la rama =91,76 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{91,76}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 147,16(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a = 0,78$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{147,16}{0,76} = 188,66 A.$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 151,427 A \rightarrow 260 A (S = 150mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,78 = 202,8 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{91,76}{202,8} = 0,7256 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$203,52m < 215m$$

$$\text{Fusible: } I_n = 200A; L = 215m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843.$$

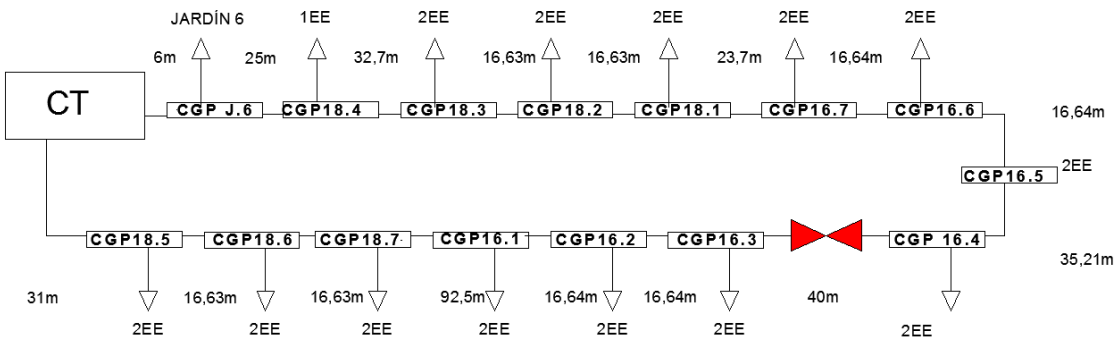
Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-15.5)	30	91,76	0,416915861	0,416915861
2 (15.5-15.4)	22,32	77,04	0,170772176	0,587688037
3 (15.4-15.3)	51	62,32	0,315648891	0,903336929
4 (15.3-15.2)	34	54,96	0,185580478	1,088917407
5 (15.2-15.1)	49	38,40	0,186867576	1,275784983
6 (15.1-AL3)	17,2	20,00	0,034163715	1,309948698

$$1,309948698\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

ANILLO 1
CT14
<p><u>LINEA 1</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 315 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 195 m &gt;182,02 m</p>
<p><u>LINEA 2</u></p> <p>Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al                      Fusible de 250 (A)                      Longitud protegida por cortocircuito = 260 m &gt;203,52 m</p>

**b) Anillo 2:**



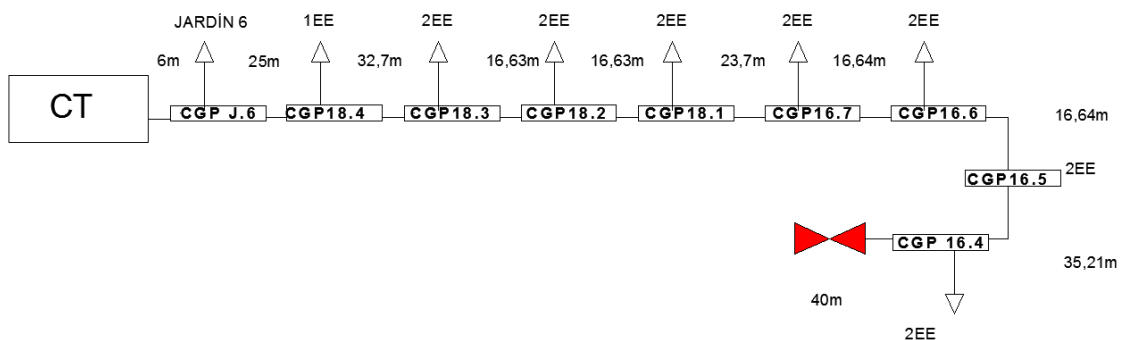
1º) Se calculara el punto de mínima tensión del anillo:

$$P_{mt} = \frac{\sum L * P}{P_T}$$

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-J6)	6	6	13,34	80,04
2 (J6-18.4)	25	31	9,2	285,2
3 (18.4-18.3)	32,7	63,7	18,4	1172,08
4 (18.3-18.2)	16,63	80,33	18,4	1478,072
5 (18.2-18.1)	16,63	96,96	18,4	1784,064
6 (18.1-16.7)	23,7	120,66	18,4	2220,144
7 (16.7-16.6)	16,64	137,3	18,4	2526,32
8 (16.6-16.5)	16,64	153,94	18,4	2832,496
9 (16.5-16.4)	35,21	189,15	18,4	3480,36
10 (16.4-16.3)	40	229,15	18,4	4216,36
11 (16.3-16.2)	16,64	245,79	18,4	4522,536
12 (16.2-16.1)	16,64	262,43	18,4	4828,712
13 (16.1-18.7)	92,5	354,93	18,4	6530,712
14 (18.7-18.6)	16,63	371,56	18,4	6836,704
15 (18.6-18.5)	16,63	388,19	18,4	7142,696

ΣP	261,74
ΣPxL	49936,496
pmt	190,7866432

#### Anillo 2 - Rama 1



#### 2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Jardines	Potencia acumulada
1 (CT-J6)	0	13	13	10,6	9,2	13,34	110,86
2 (J6-18.4)	0	13	13	10,6	9,2	0	97,52
3 (18.4-18.3)	0	12	12	9,9	9,2	0	91,08
4 (18.3-18.2)	0	10	10	8,5	9,2	0	78,2
5 (18.2-18.1)	0	8	8	7	9,2	0	64,4
6 (18.1-16.7)	0	6	6	5,4	9,2	0	49,68
7 (16.7-16.6)	0	4	4	3,8	9,2	0	34,96
8 (16.6-16.5)	0	2	2	2	9,2	0	18,4



### Potencia de la rama =110,86 kw

3°) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{110,86}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 177,79(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables:  $K_a=0,78$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{202,136}{0,84} = 240,6389 A.$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 240,6389 A \rightarrow 260 A (S = 150mm)$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 * 0,84 = 218,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{177,79}{218,4} = 0,70776 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 250A; L = 160m$$

$$153,94m < 160m$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4KV$$

$$R = 0,206 \Omega/km.$$

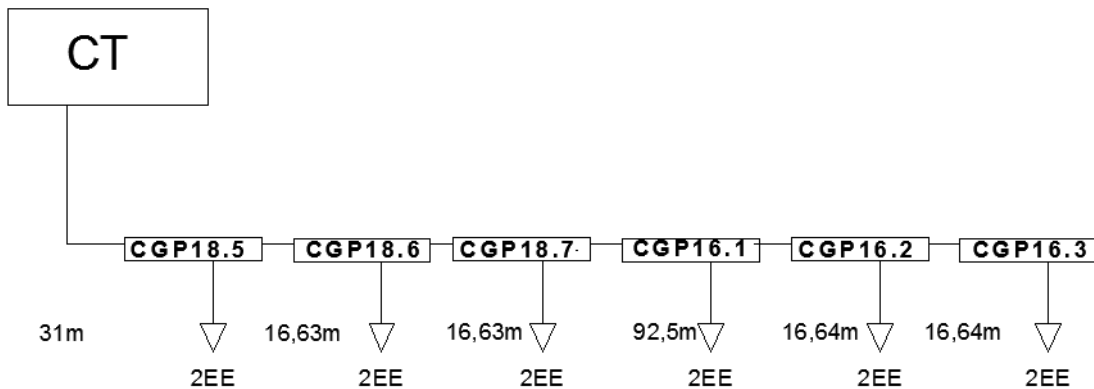
$$X = 0,075 \Omega/km.$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-J6)	6	110,86	0,066059118	0,066059118
2 (J6-18.4)	25	97,52	0,242125399	0,308184517
3 (18.4-18.3)	32,7	91,08	0,295785869	0,603970386
4 (18.3-18.2)	16,63	78,20	0,129153342	0,733123729
5 (18.2-18.1)	16,63	64,40	0,106361576	0,839485305
6 (18.1-16.7)	23,7	49,68	0,116932862	0,956418167
7 (16.7-16.6)	16,64	34,96	0,057773861	1,014192028
8 (16.6-16.5)	16,64	18,40	0,030407295	1,044599324

1,044599324% < 5% → *válido*

Anillo 2 - Rama 2



2º) Cálculo de las potencias

Tramo	nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Potencia acumulada
1 (CT-18.5)	0	14	14	10,6	9,2	97,52
2 (18.5-18.6)	0	12	12	9,9	9,2	91,08
3 (18.6-18.7)	0	10	10	8,5	9,2	78,2
4 (18.7-16.1)	0	8	8	7	9,2	64,4
5 (16.1-16.2)	0	6	6	5,4	9,2	49,68
6 (16.2-16.3)	0	4	4	3,8	9,2	34,96
7 (16.3-16.4)	0	2	2	2	9,2	18,4

**Potencia de la rama =97,52 kw**

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U \cos \varphi} = \frac{97,52}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 156,397(A) = I_{max}$$

Por esta zanja discurren 3 ternas de cables:  $K_a=0,84$ .

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{156,39}{0,84} = 186,1878 \text{ A.}$$

4°) Selección del conductor y fusible de protección:

$$I_{tablas} = 186,1878 \text{ A} \rightarrow 260 \text{ A} \text{ (S = 150mm)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm.cond} * K_T > I_{max} \rightarrow I_c = 260 \times 0,84 = 218,4 > I_{max}$$

$$f.s. \rightarrow \frac{I_{max}}{I_c} = \frac{156,39}{218,4} = 0,7161 < 0,9$$

Conductor: RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al

-Comprobación de longitud:

$$\text{Fusible: } I_n = 200\text{A}; L = 215\text{m}$$

$$206,68\text{m} < 215\text{m}$$

5°) Caída de tensión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * u^2} * (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Siendo:

$$U = 0,4\text{KV}$$

$$R = 0,206 \ \Omega/\text{km.}$$

$$X = 0,075 \ \Omega/\text{km.}$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843.$$

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1 (CT-18.5)	31	97,52	0,300235494	0,300235494
2 (18.5-18.6)	16,63	91,08	0,150425658	0,450661152
3 (18.6-18.7)	16,63	78,20	0,129153342	0,579814495
4 (18.7-16.1)	92,5	64,40	0,591608286	1,17142278
5 (16.1-16.2)	16,64	49,68	0,082099697	1,253522478
6 (16.2-16.3)	16,64	34,96	0,057773861	1,311296339
7 (16.3-16.4)	16,64	18,40	0,030407295	1,341703634

1,309948698% < 5% → *válido*

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

<u>ANILLO 14</u>
<u>CT2</u>
<u>LINEA 1</u>  Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al Fusible de 250 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 165 m >153,94 m
<u>LINEA 2</u>  Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al Fusible de 200 (A) Longitud protegida por cortocircuito = 215 m >206,68 m



## **2.2 RED DE MEDIA TENSIÓN.**

### **2.2.1. LINEA AEREA DE MEDIA TENSION.**

#### **2.2.1.1 Características generales de la línea aérea de media tensión a diseñar**

Se pretende realizar el diseño y el cálculo mecánico de los conductores y apoyos de una línea aérea de media tensión de 20 KV, con la finalidad de unir un punto de entronque cedido por la compañía suministradora (IBERDROLA) con el entronque aéreo-subterráneo de nuestro polígono residencial. La línea en sí mide 50 metros y estará compuesta por 2 apoyos: el entronque cedido por la compañía y el entronque aéreo-subterráneo.

Los apoyos a diseñar serán metálicos de la serie C y también utilizaremos armados del tipo B. El conductor utilizado para la línea aérea, será del tipo LA-56, cuyas características describiremos más adelante.

Las cadenas de aislamiento a utilizar en la línea aérea, serán de composite y el tipo de nivel de aislamiento estimado será medio (Nivel II).

En el apoyo de fin de línea, se realizará un entronque aéreo-subterráneo.

La pérdida de potencia en la línea no deberá exceder del 5% y supondremos un  $\text{Cos}\phi = 0,9$  existente en la línea.

El diseño y el cálculo a realizar en este apartado estarán en todo momento de acuerdo con las prescripciones del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, así como las normas particulares de Iberdrola, tomare como ejemplo el proyecto tipo de Iberdrola para una línea de LA-56.

### 2.2.1.2. Características del Conductor a Utilizar

El conductor LA-56 es válido desde el punto de vista eléctrico y por tanto, será el conductor a utilizar en el montaje de esta línea. Sus características principales son las siguientes:

<b>Designación</b>	<b>47-AL1/8ST1A (LA 56)</b>
Sección de aluminio, mm <sup>2</sup>	46,8
Sección de acero, mm <sup>2</sup>	7,79
Sección total, mm <sup>2</sup>	54,6
Composición	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1629
Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	7900
Coefficiente de dilatación lineal, °C <sup>-1</sup>	0,0000191
Masa aproximada, kg/km.	188,8
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km.	0,6129
Densidad de corriente, A/mm <sup>2</sup>	0.361

### 2.2.1.3- Cálculo Eléctrico de los Conductores

#### 2.2.1.3.1.- Densidad Máxima de Corriente Admisible

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia 50 Hz se deduce del apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

De la tabla 11 del indicado apartado, interpolando entre la sección inferior y superior a la del conductor LA-56, se tiene que para conductores de aluminio la densidad de corriente será:

$$\delta_{Al} = 3,897 \text{ A/mm}^2$$

Teniendo presente la composición del cable, que es 6+1, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,937, con lo que la intensidad nominal del conductor será:

La densidad de corriente que tenemos es:

$$\delta_{Al-ac} = \delta_{Al} \cdot CR = 3,897 * 0,937 = 3,651 A/mm^2.$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I_{MAX} = \delta_{Al-ac} \cdot S = 3,651 * 54,6 = 199,35 A$$

La intensidad que circula por nuestro conductor será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 0,9} = 12,83 A$$
$$I = \frac{5607}{\sqrt{3} * 20 * 0,9} = 179,84 A$$

Donde:

P = potencia a transportar en KW.

U = tensión compuesta de la línea en KV.

### 2.2.1.3.2.- Reactancia Aparente

La reactancia kilométrica de la línea, la calcularemos empleando la siguiente expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad \Omega/Km$$

Y sustituyendo el coeficiente de autoinducción por la expresión:

$$L = (0,5 + 4,605 \cdot \log(D/r)) \cdot 10^{-4} \quad \Omega/Km$$

Se obtiene:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot (0,5 + 4,605 \cdot \log(D/r)) \cdot 10^{-4} \quad \Omega/km.$$

Donde:

X = Reactancia en ohmios por kilómetro

f = Frecuencia de red en hercios (50 Hz)

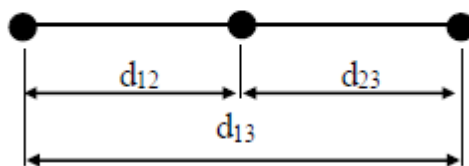
D = Distancia media geométrica entre conductores en mm.

r = Radio del conductor en mm.

El valor de D lo determinaremos a partir de las distancias  $d_{12}$ ,  $d_{23}$ ,  $d_{13}$  entre los conductores que nos proporcionan las crucetas elegidas, representadas en los planos y cuyo esquema es:



### Crucetas rectas o bóveda para apoyos de celosía



$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}}$$

Separación entre conductores m	Tipo de Cruceta	$d_{12}$ mm	$d_{23}$ mm	$d_{13}$ mm	D mm	L H/km	X $\Omega/\text{km}$
1	Recta	1000	1000	2000	1.260	0,001167	0,3667
1,25	Recta	1250	1250	2500	1.575	0,001212	0,3807
1,5	Recta	1500	1500	3000	1.890	0,001248	0,3921
2	Recta o bóveda celosía	2000	2000	4000	2.520	0,001306	0,4102

con  $r = 4.725 \text{ mm}$

A efectos de simplificación y por ser valores muy próximos se emplea el valor medio de los cuatro mayores por ser los armados de más frecuente uso, por lo que:

$$X = 0.404 \Omega/\text{Km}$$

La resistencia total será:

$$R_t = 0,6129 \Omega/\text{Km} \cdot 0,630 \text{ Km} = 0,386127 \Omega$$

$$X_t = 0,404 \Omega/\text{Km} \cdot 0,630 \text{ Km} = 0,25452 \Omega$$

#### 2.2.1.3.3.- Caída de Tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la conocida fórmula:

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

$\Delta U$  = Caída de la tensión compuesta, expresada en voltios.

$I$  = Intensidad de la línea en amperios.

$X$  = Reactancia por fase y por kilómetro en ohmios.

$R$  = Resistencia por fase y por kilómetro en ohmios.

$\varphi$  = Ángulo de fase.

L = Longitud de la línea en kilómetros.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{5607}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 0,9} = 179,84 \text{ A}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 0,9} = 12,83 \text{ A}$$

P = potencia a transportar en KW.

U = tensión compuesta de la línea en KV.

Teniendo en cuenta que los siguientes valores:

$$R_t = 0,6129 \Omega/\text{Km} \cdot 0,05 \text{ Km} = 0,030645 \Omega$$

$$X_t = 0,404 \Omega/\text{Km} \cdot 0,050 \text{ Km} = 0 \Omega$$

Si  $\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \tan \varphi = 0,4843$

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U(\%) = \frac{100 \cdot \Delta U}{U} = \frac{P \cdot L \cdot (R + X \cdot \tan \varphi)}{10U^2} = \frac{5607 \cdot 0,05(0,6129 + 0,404 \cdot 0,4843)}{10 \cdot 20^2}$$

$$\Delta U(\%) = 0,0566 \% < 5 \%$$

por tanto es admisible.

#### 2.2.1.3.4.- Potencia a Transportar

La potencia que puede transportar la línea nos viene limitada en primer lugar por la intensidad determinada anteriormente y en segundo lugar por la caída de tensión máxima que se fije, y que en general no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima será:

$$P_{MAX.} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{MAX.} \cdot \cos \varphi$$

Para U = 20 KV, I = 199,36 A y  $\cos \varphi = 0,9$

$$P_{MAX} = 6.215 \text{ Kw} > 5607$$

La potencia que podrá transportar la línea dependiendo de la longitud y caída de tensión

será:

$$P = \frac{U^2}{100 \cdot (R + X \cdot \text{tag} \varphi)} \cdot \Delta U \%$$

Sustituyendo tenemos:

$$P = 494,708 \text{ Mw}$$

### 2.2.1.3.5.- Pérdidas de Potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

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

Donde:

P = Pérdida de potencia en vatios.

R = Resistencia del conductor en ohmios/Km.

L = Longitud de la línea en Km.

I = Intensidad de la línea en amperios.

Teniendo en cuenta que:

P = Potencia en Kw.

U = tensión compuesta en Kv.

cos  $\varphi$  = factor de potencia

Se llega a la conclusión de que la pérdida de potencia en tanto por ciento, será:

$$\Delta P(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \text{Cos}^2 \varphi}$$

Sustituyendo los valores conocidos, tendremos para Cos $\varphi$ =0,9:

$$(\%)P = 0.053 \% < 2\% \text{ por tanto es admisible.}$$

### 2.2.1.4- Cadena de amarre.

En la línea actual, los dos apoyos al ser del tipo fin de línea serán apoyos con cadena en amarre.

La composición de la cadena en amarre será la siguiente:

- Aislador Composite CS70YB20
- Alojamiento de Rotula R16
- Grapa de Amarre GA1

#### 2.2.1.4.1- Cadena de aisladores. Características generales.

Para este trabajo, utilizaremos cadenas de aisladores de composite.

En la zona en la que se va a instalar la línea, hemos visto que había un nivel de polución medio, al cual, le corresponde un nivel de aislamiento de 20 mm/KV. Por tanto,

podremos determinar la línea de fuga mínima del aislador que necesitamos a través de la siguiente expresión:

$$n. a = \frac{\textit{línea de fuga}}{\textit{tensión más elevada}} * N^{\circ} \textit{Aisladores}$$

La tensión más elevada para una tensión nominal de la red de 20 KV como es este caso, le corresponde 24 KV.

El número de aisladores que tendremos en cuenta para la instalación de nuestra línea, será de uno por fase.

Con estas características, podremos calcular la línea de fuga mínima que necesitaremos para el nivel de aislamiento visto anteriormente:

$$\textit{línea de fuga} = \frac{20 * 24}{1}$$

$$\textit{línea de fuga} = 480\textit{mm}$$

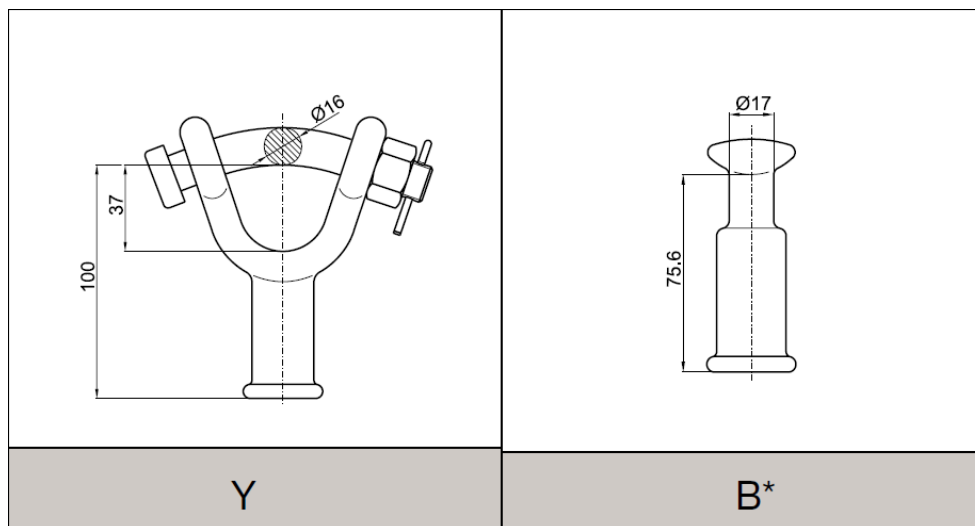
Por tanto, la línea de fuga mínima que necesitaremos será de 480 mm. Ahora, buscaremos un aislador de composite que tenga una línea de fuga igual o superior a la calculada:



Tipo* Type*	Tensión asignada/max. Rated voltage/max. Tension assignée /max.	Línea de fuga mínima Minimum creepage distance Ligne de fuite minimum	Línea de fuga protegida Protected creepage distance Ligne de fuite protégée	L	Carga mecánica especificada Specified mechanical load Charge mécanique spécifiée KN.	Torsión Torsion Torsion daN x m.	Tensiones soportadas Withstand voltages Tensions de tenue		Peso aprox. Aprox. Poids approx. kg	Uds/Caja Units/Box Unités/Carton ud.
							1,2/50 µs BIL KV,	50Hz bajo lluvia wet sous pluie KV,		
CS70**20	20 - 24	520	162	238	70	6	125	50	1	12
CS70**30	30 - 36	950	239	338			170	70	1,1	12
CS70**45U	45 - 52	1788	781	591			325	135	2,3	12
CS70**45I	45 - 52	1254	538	424			300	120	1,9	3
CS70**66U	66 - 72	2398	1050	786			380	165	2,9	3
CS70**66I	66 - 72	1864	807	618			380	165	2,5	3

En nuestro caso, podremos elegir el CS70YB20, ya que tiene una línea de fuga de 520 mm que es superior a la que hemos calculado, y es el usado para un nivel de contaminación medio.

El aislador que hemos elegido, lleva acoplado consigo tanto la horquilla de bola como la rotula, y eso se puede saber por las letras incluidas en el nombre del aislador YB. Dichos materiales tienen las siguientes características:



	Peso (Kg)	Longitud (m)
Horquilla + Rotula	0.8	0.1756

También habrá que comprobar si el material que hemos escogido es válido para una tensión de contorneamiento que se pueda producir en las condiciones más desfavorables. Dicho nivel de tensión podremos hallarlo a través de la expresión siguiente:

$$U_c = 2 \cdot U + 10$$

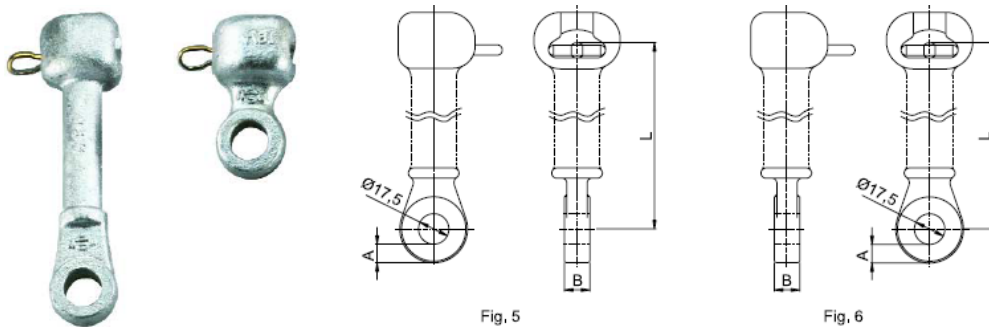
Dicha expresión será válida para tensiones hasta de 66 KV, mientras que si queremos calcularlo para tensiones superiores, dicha fórmula no será válida y deberemos aplicar otra. En este caso, obtenemos un nivel de tensión de contorneamiento de:

$$U_c = 2 \cdot 20 + 10$$

$$U_c = 50 \text{ KV}$$

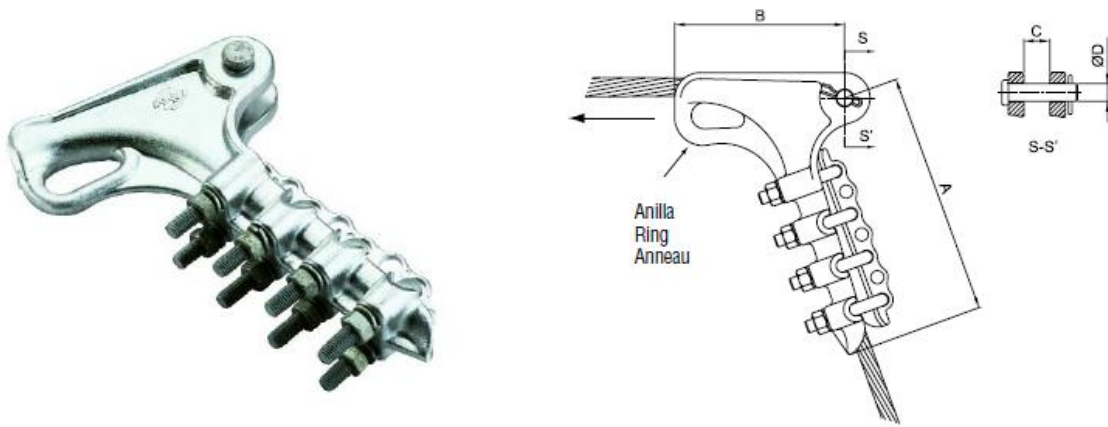
Como podemos observar en la tabla expuesta anteriormente, el aislador escogido soporta 125 KV en seco y 50 KV bajo la lluvia, por tanto, podremos asegurar hasta ahora, que el aislador CS70YB20 es válido para utilizarlo en nuestra línea.

**Las características del alojamiento de rotula las podemos ver en la siguiente tabla.**



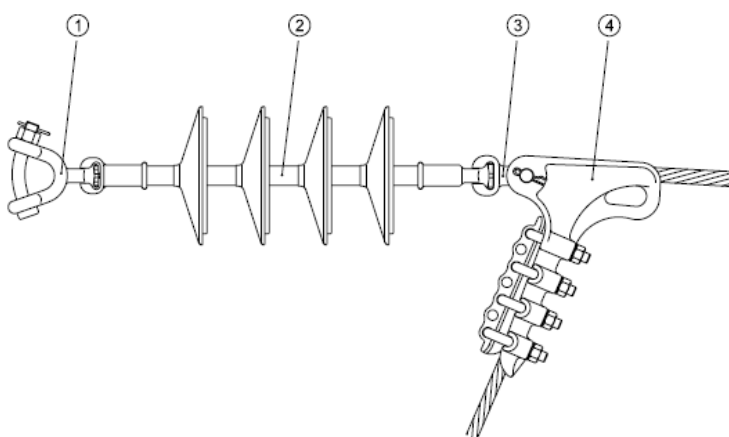
Tipo Type	Dimensiones Dimensions mm			Norma de acoplamiento Standard coupling Norme d'assemblage CEI 60 120	Carga de rotura U.T.S. Charge de rupture kN	Peso aprox. Aprx. weight Poids aprox. kg	Fig.	Uds/Caja Units/Box Unités/Carton
	A	B	L					
R11	7	16	41,5	11	70	0,180	5	100
R11P	7	16	117	11	75	0,270	5	50
R16	11	15	50,5	16 A	110	0,510	6	50
R16P	11	15	110,5	16 A	110	0,640	5	25
R16A	11	15	50,5	16 A	140	0,510	6	50
R16AP	11	16	133	16 A	160	0,64	5	25

Las características de la grapa de amarre utilizada, la podemos ver en el catálogo de INAEL a través de la siguiente tabla:



Tipo Type	Dimensiones Dimensions mm				N° abarcones N° U.bolts. N° d'étriers	Par de apriete Torque of press Couple de serrage daN.m	ø Conductor. ø wire. ø Conducteur mm		Carga rotura UTS. Charge de rupture kN	Carga de rotura de la anilla UTS the ring Charge de rupture de l'anneau kN	Peso aprox. Aprx. weight Poids aprox. kg	Uds/Caja Units/Box Unités/Carton
	A	B	C	D			Min.	Max.				
GA 1	100	78	18.5	16	2xM10	2	5	10	35	14,4	0.45	50
GA1/1	110	124	20	16	2xM12	2	5	12	35	14,4	0.65	30
GA 2	165	140	20	16	3xM12	3.5	10	16	60	22,7	1.10	30
GA 3	240	170	22	16	4xM12	4.5	16	20	80	31	1.80	15

Con lo cual, tendríamos una composición semejante a la de la figura siguiente:



- 1 - Horquilla Bola  
Ball clevis  
*Rotule à chape*
- 2 - Aislador compuesto  
Composite insulator  
*Isolateur composite*
- 3 - Alojamiento de rótula  
Socket eye  
*Accouplement de rotule*
- 4 - Grapa de amarre  
Tension clamp  
*Pince d'ancrage*

Con la diferencia de que la horquilla de bola y la rotula formarían parte del aislador CS70YB20.

hemos elegido un Apoyo 12C-2000 con un Armado B2 y una Cruceta BC1, para los dos apoyos
--------------------------------------------------------------------------------------------

#### **2.2.1.5.- Entronque Aéreo-Subterráneo.**

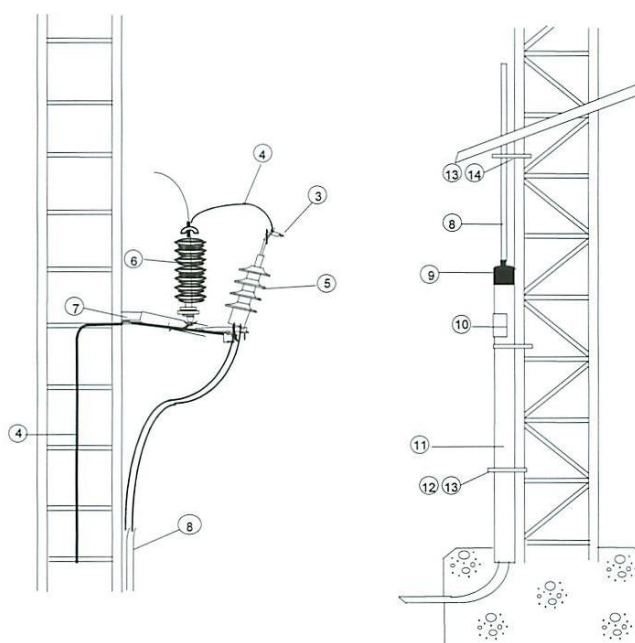
En la unión del cable subterráneo con la línea aérea se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debajo de la línea aérea se instalará un juego de cortacircuitos fusible-seccionador de expulsión de las características necesarias de acuerdo con la tensión de la línea y la nominal del cable. Asimismo se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálicos. Estos pararrayos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.
- A continuación de los seccionadores se colocarán los terminales de exterior que corresponda a cada tipo de cable.
- El cable subterráneo, en la bajada a la red aérea, irá protegido con un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2.5 metros. En el tubo se alojarán las 3 fases y su diámetro inferior será 1.5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 15 centímetros.

A continuación se muestra un plano similar al que usaremos en este apoyo de un entronque aéreo-subterráneo:



## ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO



NUM	DENOMINACIÓN ELEMENTO	CANTIDAD
3	Punto fijo de puesta a tierra	3
4	Cable Cu desnudo C50	6
5	Terminal exterior	3
6	Pararrayos de óxido metálico	3
7	Soporte terminal/ pararrayos con envoltorio polimerizado	1
8	Cable aislado	
9	Capuchón de protección	1
10	Identificación de la línea	1
11	Tubo de acero para protección	1
12-13	Anclaje/Abrazadera sujeción de tubos	2
13-14	Anclaje/Abrazadera sujeción de cable	S/altura

- **PARARRAYOS (NI 75.30.02)**

Según la tabla 1 de la NI 75.30.02, los pararrayos normalizados para según la tensión de la línea se clasifican en:

Tabla 1

Pararrayos normalizados. Características esenciales y códigos

Designación	Frecuencia asignada Hz	Tensión asignada Ur kV	Tensión máxima servicio continuo Uc Kv	Utilización tensión de red kV	Corriente nominal de descarga (onda 8/20µs) kA	Código
POM-P 15/10	50	15	12	11 13,2	10	7530002
POM-P 21/10		21	18	15 20		7530004
POM-P 33/10		33	27	30		7530007

En la línea presente, tenemos una tensión de utilización de la red de 20 KV, por lo que según la tabla anterior, se le establece una tensión asignada de 21 KV y una tensión

máxima de servicio continuo de 18 KV.

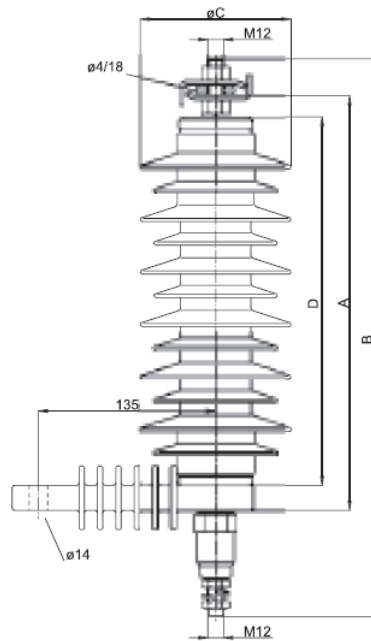
Con estos datos podemos escoger el pararrayos según la siguiente tabla:

Tipo Type	Ur, kV,	Dimensiones Dimensions mm,				Linea de fuga Creepage distance Ligne de fuite mm,	Peso Weight Pods kG,	Envolvente Housing Envelope
		A	B	C	D			
INZP 0310	3	219	326	106	186	462	2	P
INZP 0610	6						2,1	
INZP 0910	9						2,2	
INZP 1010	10						2,3	
INZP 1210	12						2,4	
INZP 1510	15	256	363	106	219	603	3	M
INZP 1810	18						3,2	
INZP 2110	21	317	424	115	280	795	3,6	N
INZP 2410	24						3,7	
INZP 2710	27	361	468	115	324	980	4,6	Z
INZP 3010	30						4,7	
INZP 3310	33	463	570	106	426	1135	4,9	X
INZP 3610	36						5	
INZP 3910	39						5,1	
INZP 4210	42						5,2	

El Pararrayos Seleccionado es el INZP 2110

El peso de cada pararrayos para el tipo seleccionado, será de 3.6 Kg de acuerdo con la tabla anterior.

Las dimensiones del pararrayos que aparecen en la tabla anterior, vienen definidas en la siguiente figura:



▪ CORTACIRCUITOS XXS

Los cortacircuitos de expulsión son aparatos unipolares (para cada fase) que están diseñados para utilizarlos en exterior y protege al sistema de distribución aérea contra sobrecargas y cortocircuitos.

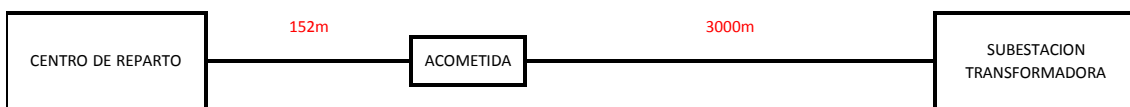
Los cortacircuitos de expulsión utilizados para sistemas de distribución de 24 KV del fabricante INAEL, son los del tipo A-1200:

Tipo Type Type	Código Code Code	Ur KV	Línea de fuga Creepage distance Ligne de fuite mm.	Dimensiones • Dimensions • Dimensions mm.			Peso Weight Poids kg
				A	B	C	
A-1000	3A151000	15	300	420	450	275	9,4
A-1200	3A241000	24	480	507	495	380	13,8
A-1200/36	3A301000	36	744	600	570	468	14,8
A-1200/36/GL	3A3610GL	36	860	600	570	468	15,1

El Cortacircuitos de Expulsión Seleccionado es el A-1200

El peso de cada XXS para el tipo seleccionado, será de 13.8 Kg de acuerdo con la tabla anterior.

## 2.2.2 LSMT ACOMETIDA – CENTRO DE REPARTO



Las necesidades de potencia responden a la demanda de los 14 centros de transformación proyectados de acuerdo con las necesidades del conjunto de viviendas y servicios del residencial más el centro de abonado. La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá que alimentar a los 14 Centros de Transformación cada uno con una potencia de 400 kVA mas un centro de abonado de 630 Kva, por lo tanto los cálculos se harán respecto a una previsión de potencia de 6230 kVA.

CT Nº	S (KVA)
1	400
2	400
3	400
4	400
5	400
6	630

El CMR realiza las funciones de maniobra y reparto enlazando la línea de acometida con el anillo de media tensión y el centro de transformación de abonado.

### 2.2.2.1 Criterios para la determinación de la sección:

Para la determinación de la sección de los conductores, es preciso realizar un cálculo en base a las tres consideraciones siguientes:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente
2. Caída de tensión
3. Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

La corriente máxima permanente que el cable debe transportar se determinará en función de la potencia a transmitir (6230 KVA) y la tensión nominal de la línea (20 KV).

## 2.2.2.2. Criterio de la sección por intensidad máxima admisible

$$I = \frac{S(KVA)}{\sqrt{3} \times 20} = I = \frac{6230}{\sqrt{3} \times 20} = 69,28 \quad 179,84A$$

La acometida cumple con las condiciones de instalación tipo, es decir una terna de cables unipolares enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad en terreno de 1,5 k.m/W y temperatura ambiente del terreno de 25°C siendo el único factor de corrección utilizado el de agrupación de cables.

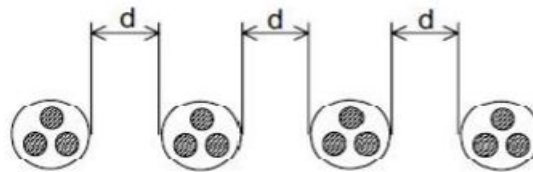
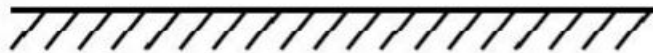
En las tablas siguientes se indican la sección en función de las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o de ternas de cables unipolares y la distancia entre ternas o cables tripolares según la ITC – LAT 06 del REBT.

**Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados**

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

		Factor de corrección								
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



f.d.c (Kt) = 0.86 Agrupación de dos cables a 0,4 metros de separación.

$$I_{\max \text{ tabla}} = \left( \frac{179,8}{0,86} \right) = 84,48 \quad 209,12A$$

Selecciono una sección de 150 mm<sup>2</sup> que admite una intensidad de 275 (A) × Kt (0,86) = 236,5 (A)

I adm. > I max

$$236,5 (A) > 179,84$$

(A)

- Densidad de corriente:

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será de:

$$\delta = \frac{\frac{179,8}{4}}{150} = 0,4618 \quad 1,1989333A/mm^2$$

Siendo S = sección del conductor

### 2.2.2.3. Criterio de caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la expresión:

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

Donde los valores de R y X los obtengo de la siguiente tabla:

**Tabla 2a**  
**Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C  
Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Para una sección de 150 mm<sup>2</sup>

En nuestro caso tendremos:

- I = 179,84 A
- X = 0,112 Ω/km
- R = 0,277 Ω/km
- Cose = 0,9
- Sene = 0,435
- L = 0,014 Km desde el entronque aéreo subterránea al CMR

Por tanto:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 179,84 \times 0,014 (0,277 \times 0,9 + 0,112 \times 0,435) = 1,3V$$

$$\% \Delta U = (\Delta U \times 100) / U = (1,3 \times 100) / 20000 = 0,0065\% < 5\% \quad \text{VALIDO}$$

#### 2.2.2.4. Criterio de Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores:

Según la siguiente tabla de la ITC-LAT-06 para conductores de AL:

Tipo de aislamiento	$\Delta \theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos										
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
<b>PVC:</b>												
sección $\leq 300$ mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43	
sección $> 300$ mm <sup>2</sup>	70	215	152	124	95	87	68	55	48	43	39	
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54	
HEPR U <sub>0</sub> /U <sub>s</sub> $\leq 18/30$ kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51	

Para un conductor HEPR cuya temperatura de trabajo es 145 °K, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de Cortocircuito de 0,5s  $\rightarrow$  126 A/mm<sup>2</sup>.

La potencia de cc máxima según IBERDROLA es 350 MVA.

$$I_{cc} = 350 / \sqrt{3} \cdot 20 = 10,10 \text{ KA}$$

Siendo la densidad de corriente:

$$10,10 \cdot 10^3 / 150 = 67,33 \text{ A/mm}^2$$

$$67,33 < 126 \text{ A/mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{VÁLIDO.}$$



### 2.2.2.5. Capacidad de transporte de la línea

$$P_{XL} = \frac{u^2}{100X(R+X Tg)} X \Delta U_{max} = \frac{20^2}{100X(0.277+0.122 \cdot 0.48)} X 5 = 60.385$$

### 2.2.2.6. Potencia máxima de transporte.

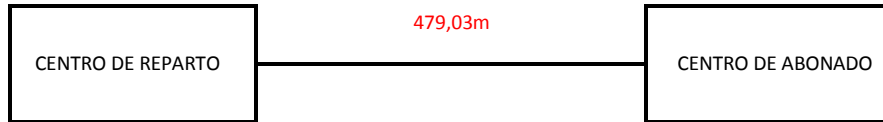
$$P = \frac{p_{XL}}{L} = \frac{60.385}{0.014} = 4313,21 \text{ MW}$$

### **Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.**

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

## 2.2.3 .LSMT CENTRO DE REPARTO – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO



### 2.2.3.1 Criterios para la determinación de la sección:

Para la determinación de la sección de los conductores, es preciso realizar un cálculo en base a las tres consideraciones siguientes:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente
2. Caída de tensión
3. Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

La corriente máxima permanente que el cable debe transportar se determinará en función de la potencia a transmitir (630 KVA) y la tensión nominal de la línea (20 KV).

#### 2.2.3.1 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible

Intensidad de corriente

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}XU} = \frac{630}{\sqrt{3}X20} = 11.54 \quad 18,180A$$

La acometida cumple con las condiciones de instalación tipo, es decir una terna de cables unipolares enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad en terreno de 1,5 k.m/W y temperatura ambiente del terreno de 25°C siendo el único factor de corrección utilizado el de agrupación de cables.

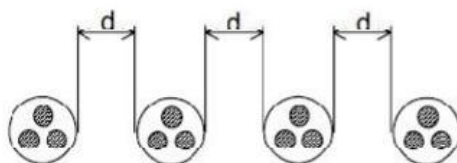
En las tablas siguientes se indican la sección en función de las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o de ternas de cables unipolares y la distancia entre ternas o cables tripolares según la ITC – LAT 06 del REBT.

**Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados**

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

**Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,55	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,66
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



f.d.c (Kt) = 0,86 Agrupación de dos cables a 0,4 metros de separación.

Selecciono una sección de 150 mm<sup>2</sup> que admite una intensidad de 275 (A) × Kt(0,86) = 236,5 (A)

I adm. > I máx

236,5 (A) > 11.54

18,180 (A)

- Densidad de corriente:

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será de:

- Densidad de corriente:

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será de:

$$\delta = \frac{18,18}{150} = 0,0769 \quad 0,121244/\text{mm}^2$$

Siendo S = sección del conductor

### 2.2.3.2 Criterio de caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la expresión:

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

Donde los valores de R y X los obtengo de la siguiente tabla.

**Tabla 2a**  
**Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Para una sección de 150 mm<sup>2</sup>

$$R = 0.277 \Omega/\text{km} \quad X = 0.112 \Omega/\text{km}$$

En nuestro caso tendremos:

- I = 18,18 A
- X = 0,112  $\Omega/\text{km}$
- R = 0,277  $\Omega/\text{km}$
- Cos = 0,9
- Sen = 0,435
- L = 479,03m (0,515 Km)

Por tanto:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 18,18 \times 0,47903 \times (0.277 \times 0.9 + 0.112 \times 0.435) = 4,49 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = (\Delta U \times 100) / U = (4,49 \times 100) / 20000 = 0,02247\% < 5\% \quad \text{VALIDO}$$

### 2.2.3.3 Criterio de Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores:

Según la siguiente tabla de la ITC-LAT-06 para conductores de AL:

Tipo de aislamiento	$\Delta \theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
<b>PVC:</b>											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
<b>XLPE, EPR y HEPR</b>	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
<b>HEPR <math>U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}</math></b>	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para un conductor HEPR cuya temperatura de trabajo es 145 °K, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s  $\rightarrow$  126 A/ mm<sup>2</sup>.

La potencia de cc máxima según IBERDROLA es 350 MVA.

$$I_{cc} = 350/3 \cdot 20 = 10,10 \text{ KA}$$

Siendo la densidad de corriente:

$$10,10 \cdot 10^3 / 150 = 67,33 \text{ A/mm}^2$$

$$67,33 < 126 \text{ A/mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{VÁLIDO.}$$

## 2.2.3.4 Otras características eléctricas:

### 2.2.3.4.1 Capacidad de transporte de la línea

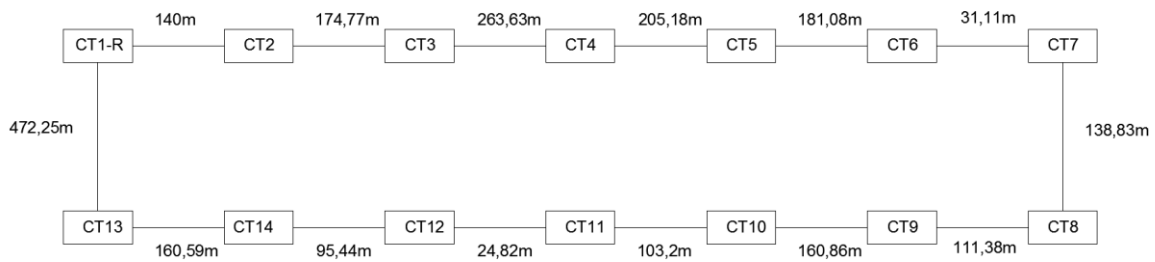
$$P_{XL} = \frac{u^2}{100X(R+X Tg)} X \Delta U_{max} = \frac{20^2}{100X(0.277+0.122 \cdot 0.484)} X 5 = 60.385$$

### 2.2.3.4.2 Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{p_{XL}}{L} = \frac{60.385}{\frac{0.479}{03}} = 126,056 \text{ MW}$$

## 2.2.4 CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN

La línea subterránea de media tensión alimentará a los centros de transformación dispuestos en la siguiente configuración en anillo desde el centro de reparto.



### 2.2.4.1 Criterios para la determinación de la sección:

Para la determinación de la sección de los conductores, es preciso realizar un cálculo en base a las tres consideraciones siguientes:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente
2. Caída de tensión
3. Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

### 2.2.4.2 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible

- Intensidad de corriente:

Las condiciones de instalación del conductor serán:

- Terna de cables unipolares.
- Directamente enterrado.
- Profundidad de instalación 1 metro.
- Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.
- Temperatura del terreno de 25°C.

El anillo de media tensión está formado por doce centros de transformación siendo uno de ellos el centro de reparto.

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kVA)
1 (CTR(1)-CT2)	140	140	400
2 (CT2-CT3)	174,77	314,77	400
3 (CT3-CT4)	263,63	578,4	400
4 (CT4-CT5)	205,18	783,58	400
5 (CT5-CT6)	181,08	964,66	400
6 (CT6-CT7)	31,11	995,77	400
7 (CT7-CT8)	138,83	1134,6	400
8 (CT8-CT9)	111,38	1245,98	400
9 (CT9-CT10)	160,86	1406,84	400
10 (CT10-CT11)	103,2	1510,04	400
11 (CT11-CT12)	24,82	1534,86	400
12 (CT12-CT14)	95,44	1630,3	400
13 (CT14-CT13)	160,59	1790,89	400
14 (CT13-CTR(1))	472,25	2263,14	400

La longitud total del anillo de media tensión es de L = 2263,14 m

La intensidad a considerar en cada uno de los transformadores a efectos de cálculo en una LSMT en anillo será de:

$$I = \frac{S(KVA)}{\sqrt{3} \times U(KV)} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11.54 \angle -25.84^\circ \text{ (A)} = 10.38 - j5.03 \text{ (A)}$$

En las tablas siguientes se indican la sección en función de las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o de ternas de cables unipolares y la distancia entre ternas o cables tripolares según la ITC – LAT 06 del REBT.

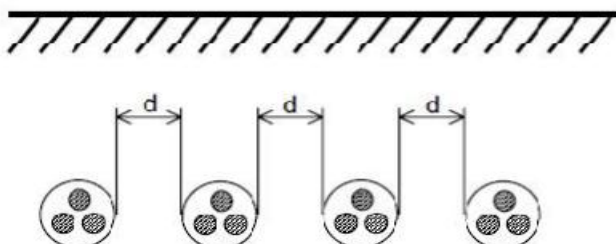


**Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados**

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



Al transcurrir por una misma zanja 5 ternos de cables unipolares en el caso más desfavorable, distanciadas entre sí 0,4 m, aplicaremos de acuerdo con la tabla 10 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT 06 un factor de corrección de 0,72, por tanto la intensidad a considerar, en el caso de la alimentación por uno de los extremos será:

$$I_{\max} = \sum I$$

$$I_{\max} = 14X(10.38 - j5.03) = 124,71 - 60,39 (A) = 161,65_{-25,84}^{\circ}$$

Aplicando los factores de corrección nos queda:

f.d.c (Kt) = 0,72 Agrupación de dos cables a 0,4 metros de separación.

$$I = \frac{138,5}{0,72} = 161,65 (A)$$

Selecciono una sección de 150 mm<sup>2</sup> que admite una intensidad de 275 (A) × Kt (0,72) = 198 (A)

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}} \quad 198 (A) > 161,65 (A)$$

### 2.2.4.3 Criterio de Caída de Tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la expresión:

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

Donde los valores de R y X los obtengo de la siguiente tabla:

**Tabla 2a**  
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

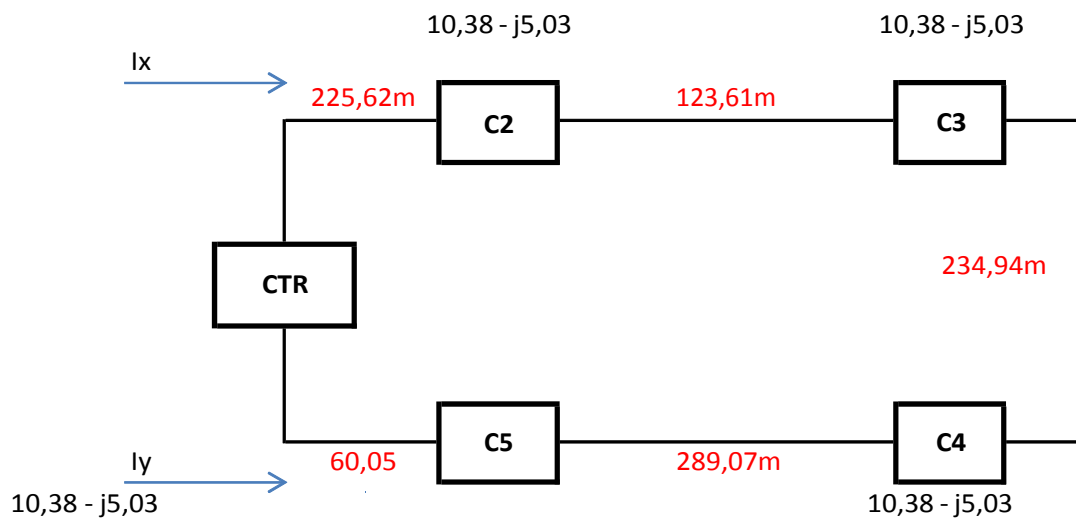
Para una sección de 150 mm<sup>2</sup>

$$R = 0,277 \text{ } \Omega/\text{km} \quad X = 0,112 \text{ } \Omega/\text{km}$$

En nuestro caso tendremos:

- I = 11.54 A
- X = 0,112 Ω/km
- R = 0,277 Ω/km
- Cos= 0,9
- Sen= 0,435
- L = 2 km

Una vez calculada la corriente absorbida en cada punto obtenemos el siguiente esquema de distribución de carga.



**Cálculo del punto de mínima tensión:**

Para calcular el punto de mínima tensión procederé a determinar las corrientes por los extremos Ix e Iy a partir de las siguientes expresiones:

$$I_x = \sum I - I_y \quad I_y = \frac{\sum(ZxI)}{Z_t}$$

$$\sum I = 13X (10.38 - 5.03j) = 135,018 - 65,39j \text{ (A)}$$

$$Z = (R + Xj) = 0.227 + 0.122j \text{ } \Omega / \text{km}$$

R: resistencia a 105° C según norma Iberdrola 0,277 Ω /km. X: reactancia por fase según norma de Iberdrola 0,112 Ω /km.

Considerando el Centro de Reparto (CR) como el punto de referencia para el origen de los cálculos determino las impedancias con respecto al origen usando la siguiente expresión:

$$Z = (R + Xj)XL$$

Z <sub>CR1-CT2</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,14	=	0,03878	0,01568	j	Ω	-->	0,04183002	∠22,015	Ω
Z <sub>CR1-CT3</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,315	=	0,08719129	0,03525424	j	Ω	-->	0,09404883	∠22,015	Ω
Z <sub>CR1-CT4</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,578	=	0,1602168	0,0647808	j	Ω	-->	0,17281775	∠22,015	Ω
Z <sub>CR1-CT5</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,784	=	0,21705166	0,08776096	j	Ω	-->	0,23412264	∠22,015	Ω
Z <sub>CR1-CT6</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,965	=	0,26721082	0,10804192	j	Ω	-->	0,28822678	∠22,015	Ω
Z <sub>CR1-CT7</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,996	=	0,27582829	0,11152624	j	Ω	-->	0,29752201	∠22,015	Ω
Z <sub>CR1-CT8</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	1,135	=	0,3142842	0,1270752	j	Ω	-->	0,33900246	∠22,015	Ω

$$\begin{aligned}
Z_{CR1-CT9} &= (0.277+0.122j) \times 1,246 = 0,34513646 \quad 0,13954976 \quad j \quad \Omega \quad \rightarrow 0,37228123 \quad \angle 22,015 \quad \Omega \\
Z_{CR1-CT10} &= (0.277+0.122j) \times 1,407 = 0,38969468 \quad 0,15756608 \quad j \quad \Omega \quad \rightarrow 0,42034392 \quad \angle 22,015 \quad \Omega \\
Z_{CR1-CT11} &= (0.277+0.122j) \times 1,51 = 0,41828108 \quad 0,16912448 \quad j \quad \Omega \quad \rightarrow 0,45117862 \quad \angle 22,015 \quad \Omega \\
Z_{CR1-CT12} &= (0.277+0.122j) \times 1,535 = 0,42515622 \quad 0,17190432 \quad j \quad \Omega \quad \rightarrow 0,45859449 \quad \angle 22,015 \quad \Omega \\
Z_{CR1-CT14} &= (0.277+0.122j) \times 1,63 = 0,4515931 \quad 0,1825936 \quad j \quad \Omega \quad \rightarrow 0,48711061 \quad \angle 22,015 \quad \Omega \\
Z_{CR1-CT13} &= (0.277+0.122j) \times 1,791 = 0,49607653 \quad 0,20057968 \quad j \quad \Omega \quad \rightarrow 0,53509264 \quad \angle 22,015 \quad \Omega \\
Z_{CR1-CT1} &= (0.277+0.122j) \times 2,263 = 0,62688978 \quad 0,25347168 \quad j \quad \Omega \quad \rightarrow 0,67619427 \quad \angle 22,015 \quad \Omega
\end{aligned}$$

Utilizando la expresión anterior y sustituyendo valores calculo el valor de  $I_y$ :

$$I_y = \frac{\sum(Z_i x I_i)}{Z_t}$$

Como podemos observar ya que todos los transformadores son de 400 KVA la intensidad de los transformadores será igual por lo que podremos sacar factor común:

$$I_y = \frac{I \sum(Z_i)}{Z_t}$$

Datos:

$$I_{ctn} = 11,5470054 \quad \angle -25,84 \quad \text{polar}$$

$$I_{ctn} = 10,386 \quad -5,03 \quad j \quad \text{binomica}$$

$$\sum Z_i = 3,8865 + 1,1571j \quad \Omega$$

$$\sum Z_i = 4,19217201 \angle 22,015 \quad \Omega$$

$$Z_t = Z_{CR1-CR1} = 0,6268 + 0,2534j \quad \Omega$$

$$Z_t = Z_{CR1-CR1} = 0,67619427 \angle 22,015 \quad \Omega$$

$$I_y = 71,5874639 \quad \angle -25,84 \quad (A) \quad \rightarrow 64,429 \quad -31,202 \quad J(A)$$

Procedo de igual manera para el cálculo de  $I_x$ :

$$I_x = \sum I - I_y$$

*Datos:*

$$\sum I = 13X(10.38 - 5.03j) = 135,018 - 65,39j \text{ (A)}$$

$$I_y = 64,429 - 31,202 \text{ J(A)}$$

$$I_x = 70,589 - 34,188 \text{ j} \quad \rightarrow \quad 78,43230371 \text{ } \angle -25,84$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los centros de transformación 8 y 9 .

TRAMO	INTENSIDADES DE CORRIENTE (A)		
$I_x = I_{CR1-CT2}$	70,589	-34,188 j	78,4323037 $\angle -25,84$
$I_{CR2-CT3}$	60,203	-29,158 j	66,8923775 $\angle -25,84$
$I_{CR3-CT4}$	49,817	-24,128 j	55,3524514 $\angle -25,84$
$I_{CR4-CT5}$	39,431	-19,098 j	43,8125252 $\angle -25,84$
$I_{CR5-CT6}$	29,045	-14,068 j	32,272599 $\angle -25,84$
$I_{CR6-CT7}$	18,659	-9,038 j	20,7326729 $\angle -25,84$
$I_{CR7-CT8}$	8,273	-4,008 j	9,19274676 $\angle -25,84$
<b><math>I_{CR8-CT9}</math></b>	<b>-2,113</b>	<b>1,022 j</b>	<b>2,3471798 <math>\angle 154,8</math></b>
<b><math>I_{CR9-CT10}</math></b>	<b>-12,499</b>	<b>6,052 j</b>	<b>13,8871057 <math>\angle 154,8</math></b>
<b><math>I_{CR10-CT11}</math></b>	<b>-22,885</b>	<b>11,082 j</b>	<b>25,4270319 <math>\angle 154,8</math></b>
<b><math>I_{CR11-CT12}</math></b>	<b>-33,271</b>	<b>16,112 j</b>	<b>36,966958 <math>\angle 154,8</math></b>
<b><math>I_{CR12-CT14}</math></b>	<b>-43,657</b>	<b>21,142 j</b>	<b>48,5068842 <math>\angle 154,8</math></b>
<b><math>I_{CR14-CT13}</math></b>	<b>-54,043</b>	<b>26,172 j</b>	<b>60,0468103 <math>\angle 154,8</math></b>
<b><math>I_{CR13-CT1}</math></b>	<b>-64,429</b>	<b>31,202 j</b>	<b>71,5867365 <math>\angle 154,8</math></b>

En el tramo (l<sub>CR8-CT9</sub>) se produce un cambio de signo en la forma binómica por lo tanto podemos decir que hemos encontrado el punto de mínima tensión y podemos establecer la apertura de la línea.

La expresión que emplearemos para el cálculo de la caída de tensión es:

$$\Delta u = \sqrt{3} \times Z \times I$$

Donde tanto la impedancia como la intensidad será por tramos:

Z <sub>CR1-CT2</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,14	=	0,03878	0,01568	j	Ω	-->	0,04183002	└22,015	Ω
Z <sub>CR2-CT3</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,175	=	0,04841129	0,01957424	j	Ω	-->	0,05221881	└22,015	Ω
Z <sub>CR3-CT4</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,264	=	0,07302551	0,02952656	j	Ω	-->	0,07876892	└22,015	Ω
Z <sub>CR4-CT5</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,205	=	0,05683486	0,02298016	j	Ω	-->	0,06130489	└22,015	Ω
Z <sub>CR5-CT6</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,181	=	0,05015916	0,02028096	j	Ω	-->	0,05410415	└22,015	Ω
Z <sub>CR6-CT7</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,031	=	0,00861747	0,00348432	j	Ω	-->	0,00929523	└22,015	Ω
Z <sub>CR7-CT8</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,139	=	0,03845591	0,01554896	j	Ω	-->	0,04148044	└22,015	Ω
Z <sub>CR8-CT9</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,111	=	0,03085226	0,01247456	j	Ω	-->	0,03327877	└22,015	Ω
Z <sub>CR9-CT10</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,161	=	0,04455822	0,01801632	j	Ω	-->	0,0480627	└22,015	Ω
Z <sub>CR10-CT11</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,103	=	0,0285864	0,0115584	j	Ω	-->	0,0308347	└22,015	Ω
Z <sub>CR11-CT12</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,025	=	0,00687514	0,00277984	j	Ω	-->	0,00741587	└22,015	Ω
Z <sub>CR12-CT14</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,095	=	0,02643688	0,01068928	j	Ω	-->	0,02851612	└22,015	Ω
Z <sub>CR14-CT13</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,161	=	0,04448343	0,01798608	j	Ω	-->	0,04798202	└22,015	Ω
Z <sub>CR13-CT1</sub>	=	(0.277+0.122j)	x	0,472	=	0,13081325	0,052892	j	Ω	-->	0,14110163	└22,015	Ω

Podremos expresar el cálculo de la caída de tensión a través de dos tramos:

1. Tramo CR CT8
2. Tramo CR CT8'

### 1. Tramo CR –CT8

$$\Delta U = 27,955223$$

Ahora calculo la caída de tensión en tanto por ciento con respecto a la tensión en cabeza de línea (20 kV) con la siguiente expresión:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U \times 100}{U} = 0,13977612\% < 5\% \text{ Por lo que el diseño es valido}$$

Siendo:  $U = 20.000 \text{ V}$

Como comprobación se puede calcular la caída de tensión máxima desde el otro extremo del anillo:

## 2. Tramo CR-CT9'

$$\Delta u = 28,005$$

$$\Delta u = 5,19 \text{ V}$$

Este valor de caída de tensión es muy similar al calculado anteriormente.

Ahora calculo la caída de tensión en tanto por ciento con respecto a la tensión en cabeza de línea (20 kV) con la siguiente expresión:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U \times 100}{U} = 0,140028\% < 5\% \text{ Por lo que el diseño es valido}$$

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U} \times 100$$

Siendo:  $U = 20.000 \text{ V}$



#### 2.2.4.4 Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores

Según la siguiente tabla de la ITC-LAT-06 para conductores de AL:

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección $\leq 300 \text{ mm}^2$ sección $> 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para un conductor HEPR cuya temperatura de trabajo es 145 °K, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s  $\rightarrow$  126 A/ mm<sup>2</sup>.

La potencia de cc máxima según IBERDROLA es 350 MVA.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}U} = \frac{350.000}{\sqrt{3} \times 20} = 10,103 \text{ KA}$$

Siendo la densidad de corriente:

$$10,10 \cdot 10^3 / 150 = 67,33 \text{ A/mm}^2$$

67,33 < 126 A/mm<sup>2</sup> ➡ VÁLIDO.

## 2.2.3.5. Otras características eléctricas

### 2.2.3.5.1. Capacidad de transporte de la línea

$$P_{XL} = \frac{u_2}{100X(R+X \operatorname{tg} \phi)} X \Delta u \% = \frac{20_2}{100X(0.277+0.122 \cdot 0.484)} X 5 = 60.38 \text{ MW} * \text{KM}$$

### 2.2.3.5.1. Potencia máxima de transporte por tramos

TRAMO CR- CT8

$$P = \frac{P_{XL}}{L} = \frac{60.38}{1,1346} = 53,21 \text{ Mw}$$

Tramo CR-CT8'

$$P = \frac{P_{XL}}{L} = \frac{60.38}{1,12854} = 53,50 \text{ Mw}$$

### 2.2.3.2.3 Potencia máxima de transporte TOTAL

$$P = \frac{P_{XL}}{L} = \frac{60.385}{2,26314} = 26,68 \text{ Mw}$$

### 2.2.3.3 Tablas resultado de cálculos.

<b>ANILLO DE MEDIA TENSION</b>	
Tipo de conductor	<b>HEPRZ1 12/20 kV 3(1x150 mm2) Al</b>
Intensidad de corriente Ix	<b>78,43A</b>
Intensidad de corriente Iy	<b>71,58 A</b>
Densidad de corriente	<b>67.33 A/mm2</b>
Resistencia	<b>0.277 <math>\Omega</math>/km</b>
Reactancia	<b>0.112 <math>\Omega</math>/km</b>
Longitud	<b>2.263,14m</b>
Caída de tensión	<b>55,96 V</b>
% Caída de tensión	<b>0,2798 %</b>
Capacidad de transporte	<b>60.38 MW·km</b>
Potencia máx. de transporte	<b>26,68 MW</b>
Intensidad adm. cortocircuito	<b>10.10 KA (t = 0,5 seg)</b>

## 2.4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### 2.4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20 (CR)

#### 2.4.1.1 Intensidad de Media Tensión.

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} X U_p} \quad (1)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U<sub>p</sub> tensión primaria [kV]

I<sub>p</sub> intensidad primaria [A]

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

Para el único transformador de este Centro de Reparto, la potencia es de 400 kVA.

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

#### 2.4.1.2. Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} X U_s} \quad (2)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U<sub>s</sub> tensión en el secundario [kV]

I<sub>s</sub> intensidad en el secundario [A]

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

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

### 2.4.1.3. Cortocircuitos

#### 2.4.1.3.1. Observaciones

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

#### 2.4.1.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}XU_p} \quad (3)$$

dónde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]

$U_p$  tensión de servicio [kV]

$I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100X_p}{\sqrt{3}X_{Ecc}X_{Us}} \quad (4)$$

dónde:

$P$  potencia de transformador [kVA]

$X_{Ecc}$  tensión de cortocircuito del transformador [%]

$U_s$  tensión en el secundario [V]

$I_{ccs}$  corriente de cortocircuito [kA]

#### 2.4.1.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión (3), en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

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

#### **2.4.1.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula (4):

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ Ka}$$

#### **2.4.1.3.5. Selección de fusibles de media y baja tensión**

Los fusibles de media tensión vienen ya incorporados de fábrica en las respectivas celdas de MT, mientras que los fusibles de baja tensión, serán seleccionados en función de la intensidad nominal a circular por los anillos y la distancia a cubrir por estos, serán del tipo NH gL/gG.

En apartados anteriores se especifica los fusibles a utilizar para colocar a cada salida del cuadro de BT .

#### **2.4.1.3.6. Dimensionado del embarrado**

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

#### **2.4.1.3.7. Comprobación por densidad de corriente**

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

#### **2.4.1.3.8. Comprobación por sollicitación electrodinámica**

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

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

#### **2.4.1.3.9. Comprobación por sollicitación térmica**

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

$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}$ .

#### **2.4.1.4. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

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

##### **Transformador**

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

##### **Termómetro**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

##### **Protecciones en BT**

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

#### **2.4.1.5. Dimensionado de los puentes de MT**

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

Transformador

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

#### **2.4.1.6. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.**

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

#### **2.4.1.7. Dimensionado del pozo apagafuegos**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

#### **2.4.1.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra**

##### **2.4.1.8.1. Investigación de las características del suelo**

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

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.



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

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

3. Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
4. Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### **2.4.1.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### **2.4.1.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra**

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro  $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d X R_t < V_{bt} \quad (5)$$

dónde:

- $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]
- $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (6)$$

dónde:

- $I_{dm}$  = limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
- $I_d$  = intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 230,94 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 43,3 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (7)$$

dónde:

- $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

Kr coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,2887$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada	70/25/5/42
Geometría del sistema	Anillo rectangular
Distancia de la red	7.0x2.5 m
Profundidad del electrodo horizontal	0,5 m
Número de picas	cuatro
Longitud de las picas	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

Resistencia Kr	0,084
Tensión de paso Kp	0,0186
Tensión de contacto Kc	0,0409

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = k_r \times R_o \quad (8)$$

donde:

$K_r$  coeficiente del electrodo

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R't$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el Centro de Transformación:

$$R't = 12,6 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (8):

$$I'd = 400 \text{ A}$$

#### 2.4.1.8.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'd = R't \times I'd \quad (9)$$

dónde:

$R't$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I'd$  intensidad de defecto [A]

$V'd$  tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'd = 5040 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'c = K_c \times R_o \times I'd \quad (10)$$

donde:

$K_c$  coeficiente

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'd$  intensidad de defecto [A]

$V'c$  tensión de paso en el acceso [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'c = 2454 \text{ V}$$

#### 2.4.1.8.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \times R_0 \times I'_d \quad (11)$$

donde:

$K_p$  coeficiente  
 $R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $I'_d$  intensidad de defecto [A]  
 $V'_p$  tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1116 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

#### 2.4.1.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$\begin{aligned} t &= 0,7 \text{ seg} \\ K &= 72 \\ n &= 1 \end{aligned}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10k}{t^n} \left(1 + \frac{6R_0}{1000}\right) \quad (12)$$

donde:

$K$  coeficiente  
 $t$  tiempo total de duración de la falta [s]  
 $n$  coeficiente  
 $R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $V_p$  tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10k}{t^n} \left(1 + \frac{3R_0 + 3R'_0}{1000}\right) \quad (13)$$

donde:

K coeficiente  
t tiempo total de duración de la falta [s]  
n coeficiente  
R<sub>0</sub> resistividad del terreno en [Ohm·m]  
R'<sub>0</sub> resistividad del hormigón en [Ohm·m]  
V<sub>p(acc)</sub> tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1116 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_p(acc) = 2454 \text{ V} < V_p(acc) = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 5040 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 400 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

#### **2.4.1.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior**

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

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

$$D = \frac{R_0 + I'_d}{2000r_r} \quad (14)$$

donde:

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$  intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

D = 9,55 m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación	8/22 (según método UNESA)
Geometría	Picas alineadas
Número de picas	dos
Longitud entre picas	2 metros
Profundidad de las picas	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$K_r = 0,194$

$K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio 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 de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

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

#### 2.4.1.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

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

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

### 2.4.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN miniBLOcK

#### 2.4.2.1 Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3}XU_p} \quad (1)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U<sub>p</sub> tensión primaria [kV]

I<sub>p</sub> intensidad primaria [A]

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

Realizando los cálculos para un solo transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

#### 2.4.2.2. Intensidad de Baja Tensión

Para un transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3}XU_s} \quad (2)$$



donde:

P potencia del transformador [kVA]

Us tensión en el secundario [kV]

Is intensidad en el secundario [A]

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

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

### 2.4.2.3. Cortocircuitos

#### 2.4.2.3.1. Observaciones

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

#### 2.4.2.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}XU_p} \quad (3)$$

donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]

$U_p$  tensión de servicio [kV]

$I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100X_p}{\sqrt{3}XE_{cc}XU_s} \quad (4)$$

donde:

$P$  potencia de transformador [kVA]

$E_{cc}$  tensión de cortocircuito del transformador [%]

$U_s$  tensión en el secundario [V]

$I_{ccs}$  corriente de cortocircuito [kA]

#### 2.4.2.3.2. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión

Utilizando la expresión (3), en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

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

### **3.4.2.3.3. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula (4):

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

### **2.4.2.3.4. Dimensionado del embarrado**

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

### **2.4.2.3.5. Comprobación por densidad de corriente**

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

### **2.4.2.3.6. Comprobación por sollicitación electrodinámica**

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

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

### **2.4.2.3.7. Comprobación por sollicitación térmica**

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

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

#### **2.4.2.4. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

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

##### **Transformador**

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

##### **Termómetro**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

##### **Protecciones en BT**

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.1.4.

#### **2.4.2.5. Dimensionado de los puentes de MT**

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

#### **Transformador**

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

#### **2.4.2.6. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.**

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA
- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA

#### **2.4.2.7. Dimensionado del pozo apagafuegos**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

#### **2.4.2.6. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra**

##### **2.4.2.6.1. Investigación de las características del suelo**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

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

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### **2.4.2.6.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### **2.4.2.6.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra**

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$

- Reactancia del neutro  $X_n = 25 \text{ Ohm}$

- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \times R_t < V_{bt} \quad (6)$$

dónde:

- $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]
- $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

dónde:

- $I_{dm}$  limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
- $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 230,94 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 43,3 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \geq \frac{R_t}{R_o} \quad (7)$$

dónde:

- $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $K_r$  coeficiente del electrodo

-Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,2887$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada	25-25/5/42
Geometría del sistema	Anillo rectangular
Distancia de la red	2.5x2.5 m
Profundidad del electrodo horizontal	0,5 m
Número de picas	cuatro
Longitud de las picas	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

Resistencia $K_r$	0,121
Tensión de paso $K_p$	0,0291
Tensión de contacto $K_c$	0,0633

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = k_r \times R_o \quad (8)$$

donde:

- $K_r$  coeficiente del electrodo
- $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]



por lo que para el Centro de Transformación:

$$R't = 18,15 \text{ Ohm}$$

la intensidad de defecto real

$$I'd = 373,77 \text{ A}$$

#### 2.4.2.6.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'd = R't \times I'd \quad (9)$$

dónde:

$R't$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I'd$  intensidad de defecto [A]

$V'd$  tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'd = 6783,84 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'c = Kc \times Ro \times I'd \quad (10)$$

donde:

$Kc$  coeficiente

$Ro$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'd$  intensidad de defecto [A]

$V'c$  tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'c = 3548,9 \text{ V}$$

#### 2.4.2.6.7. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \times R_0 \times I'_d \quad (11)$$

donde:

$K_p$  coeficiente

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$  intensidad de defecto [A]

$V'_p$  tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$V'_p = 1631,49$  V en el Centro de Transformación

#### 2.4.2.6.8. Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$t = 0,7$  seg

$K = 72$

$n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10k}{t^n} \left( 1 + \frac{6R_0}{1000} \right) \quad (12)$$

donde:

$K$  coeficiente

$t$  tiempo total de duración de la falta [s]

$n$  coeficiente

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$V_p$  tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$V_p = 1954,29$  V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(\text{acc})} = \frac{10 \text{ k} \cdot (3R_O + 3R'_O)}{1 + 1000} \quad (13)$$

donde:

K coeficiente  
t tiempo total de duración de la falta [s]  
n coeficiente  
Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]  
R' o resistividad del hormigón en [Ohm·m]  
Vp(acc) tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$Vp(acc) = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'p = 1631,59 \text{ V} < Vp = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'p(acc) = 3548,9 \text{ V} < Vp(acc) = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'd = 6783,84 \text{ V} < Vbt = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$Ia = 50 \text{ A} < Id = 373,77 \text{ A} < Idm = 400 \text{ A}$$

#### 2.4.2.6.9. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

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

$$D = \frac{R_o + I'd}{2000rr} \quad (14)$$

dónde:

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'd$  intensidad de defecto [A]

$D$  distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$D = 8,92$  m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación	8/22 (según método UNESA)
Geometría	Picas alineadas
Número de picas	dos
Longitud entre picas	2 metros
Profundidad de las picas	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

-  $K_r = 0,194$

-  $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio 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 de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

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

#### **2.4.2.6.10. Corrección y ajuste del diseño inicial**

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

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

# **3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **3.1 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LINEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

#### **3.1.1. OBJETO.**

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Este estudio servirá de base para que el técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el artículo 7 del Real Decreto 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

#### **3.1.2. CAMPO DE APLICACIÓN.**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de "Líneas Subterráneas, que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (NEDIS)

#### **3.1.3 NORMATIVA APLICABLE.**

##### **3.1.3.1 NORMAS OFICIALES .**

- La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
  
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 09.

- Decreto 2413/1973 del 20 de setiembre. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 .en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización pro los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento

### **3.1.3.2 NORMAS IBERDROLA**

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- MO-NEDIS 7.02 “Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas”.
- Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

### **3.1.4. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO.**

#### **3.1.4.1. ASPECTOS GENERALES.**

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con



el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los

posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

#### **3.1.4.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.**

En función de las tareas a realizar y de las distintas fases de trabajos de que se compone la obra, aparecen una serie de riesgos asociados ante los cuales se deberá adoptar unas medidas preventivas. A continuación se enumeran las distintas fases, o tareas significativas de la obra, que en el punto 5, Identificación y prevención de riesgos, serán descritas detalladamente:

#### **3.1.4.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS.**

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados.
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.

#### **3.1.4.4. PROTECCIONES.**

##### Ropa de trabajo:

- Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

##### Equipos de protección:

- Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
- Calzado de seguridad
- Casco de seguridad
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Discriminador de baja tensión

- Protecciones colectivas
- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.

Equipo de primeros auxilios:

- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista.

Equipo de protección contra incendios:

- Extintores de polvo seco clase A, B, C

### **3.1.4.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.**

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

A- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

B- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

No se hace necesario por la característica de la obra.

C- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

No se hace necesario por la característica de la obra.

D- SERVICIOS HIGIÉNICOS.

No se prevé.

E-PREVISIONES E INFORMACIONES UTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia .
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia .
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento .
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

### **3.1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.**

#### **3.1.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos son los siguientes:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.

- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

### **3.1.5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL .**

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc.).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombbrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad. Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello

### **3.1.5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.**

#### **3.1.5.3.1 Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.**

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

### **3.1.5.3.2 Relleno de tierras**

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

### **3.1.5.3.3 Encofrados**

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las
- operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección



#### **3.1.5.3.4 Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra**

- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### **3.1.5.3.5 Trabajos de manipulación del hormigón**

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado".
- En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

#### **3.1.5.3.6 Instalación eléctrica provisional de obra.**

- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones

- normalizadas estancas antihumedad.

- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los

paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una

- banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.

- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### PROTECCIÓN DE PIE Y PIERNAS

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
  - Botas de protección impermeables.
  - Polainas de soldador.
  - Rodilleras.

#### PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.

- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

### **3.1.5.4 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA Y BAJATENSION**

A continuación se recogen las medidas específicas para cada una de las fases nombradas anteriormente, que comprenden la realización de la Línea Subterránea Media Tensión.

#### **3.1.5.4.1 TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES.**

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales al lugar de realización de la obra. Los vehículos deben cumplir exactamente lo estipulado en el Código de Circulación.

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes.	Delimitación de los puntos peligrosos (Zanjas, calas, pozos, etc.)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener un orden
Condiciones ambientales y de señalización	Precaución en transporte de materiales

#### Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes de protección
- Casco de seguridad
- Botas de seguridad

#### Otros aspectos a considerar:

En cuanto al Acopio de material, hay que tener en cuenta, que antes de realizarlo se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger el mejor camino para llegar a los puntos de ubicación de los Apoyos, o bien limpiar o adecuar un camino.

Los caminos, pistas o veredas acondicionadas para el acopio del material deberán ser lo suficientemente anchos para evitar roces y choques, con ramas, árboles, piedras, etc.

El almacenamiento de los materiales, se deberá realizar de tal manera que estos no puedan producir derrumbamientos o deslizamientos. Se procurará seguir la siguiente clasificación:

- Áridos, cemento y gravas en filas y montones de no más de un metro.
- Cajas de aisladores se depositarán unas sobre otras sin que se rebase el metro de altura, se colocarán cuñas laterales para evitar deslizamientos o derrumbes.
- Herrajes para en armado de los apoyos y tortillería necesaria se depositará Clasificando los hierros de mayor a menor dimensión, procurando no apilar Cantidades excesivas.

### 3.1.5.4.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS, APERTURA DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caída a las zanjas.</li> <li>- Desprendimiento de los bordes de los taludes de las rampas.</li> <li>- Atropellos causados por la maquinaria.</li> <li>- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.</li> <li>- Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.</li> <li>- Señalizar de cuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento.</li> <li>- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.</li> <li>- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.</li> <li>- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.</li> <li>- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.</li> <li>- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.</li> <li>- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.</li> <li>- Dotar de la adecuada protección al personal y velar por su utilización.</li> <li>- Establecer las entibaciones en las zonas que sean necesarias.</li> </ul>

### 3.1.5.4.3 CERCANÍA A LAS LÍNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caída de personas al mismo nivel</li> <li>- Caída de personas a distinto nivel</li> <li>- Caída de objetos</li> <li>- Desprendimientos, desplomes y derrumbes</li> <li>- Choques y golpes</li> <li>- Proyecciones</li> <li>- Contactos eléctricos</li> <li>- Arco eléctrico</li> <li>- Explosiones</li> <li>- Incendios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:</li> <li>- Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.</li> <li>- Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada.</li> <li>- Estimación de las distancias por exceso.</li> <li>- Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.</li> <li>- Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas</li> <li>- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes.</li> <li>- (Distancias, cruzamientos, paralelismos.).</li> <li>- Según capítulo séptimo del R.A.T.</li> <li>- Puestas a tierra en buen estado:</li> <li>- Apoyos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcassas y partes metálicas de los mismos.</li> <li>- Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.</li> <li>- Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.</li> <li>- Terreno no favorable: descubrir cada nueve años</li> <li>- Protección frente a sobrecorrientes: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.</li> <li>- Protección contra sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.</li> <li>- Solicitar permisos de Trabajos con riesgos especiales</li> </ul>

#### Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra.
- Protección contra sobrecorrientes, (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos.)
- Protección contra sobretensiones, (pararrayos).
- Señalizaciones y delimitación.
- Protecciones individuales a utilizar:
- Guantes aislantes.
- Casco y botas de seguridad.
- Gafas de protección.

#### 3.1.5.4.4 TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"><li>- Caídas de altura de personas.</li><li>- Cortes en las manos.</li><li>- Caídas de objetos a distinto nivel (herramientas, tornillos, etc.,)</li><li>- Electrocuaciones por contacto indirecto.</li><li>- Sobresfuerzos.</li><li>- Contacto con elementos candentes.</li><li>- Vuelco de maquinaria.</li><li>- Atrapamientos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Utilización de casco, guantes y calzado adecuado.</li><li>- Emplear bolsas porta-herramientas.</li><li>- Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización.</li><li>- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.</li><li>- Control de maniobras y vigilancia continuada.</li><li>- Utilizar fajas de protección lumbar.</li></ul>

#### 3.1.5.4.5. RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos.

La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse en:

##### Toda la obra

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

##### b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.

- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21ª - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

Movimientos de tierras

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocutaciones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas



- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

### 3.1.6. CONCLUSIÓN.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra, en materia de Prevención y Primeros Auxilios.

Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono

### 3.1.7 ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

#### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Golpes.</li> <li>- Heridas.</li> <li>- Caídas.</li> <li>- Atrapamientos.</li> <li>- Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.</li> <li>Elementos candentes y quemaduras.</li> <li>- Presencia de animales, colonias, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ver punto 1.4.4. (Protecciones)</li> <li>- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.</li> <li>- Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.</li> <li>- Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.</li> <li>- Ver punto 1.4.4</li> <li>- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.</li> </ul>

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

### 1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga (acopio, carga y descarga de material recuperado y chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.(desmontaje cable en apoyo de línea aérea).
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4,
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

### 2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia de animales (mordeduras, picaduras, sustos...).
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, ataque de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.
- Ver Anexo I y presencia de colonias, nidos.

### 3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI.s, revisión del entorno y ver punto 1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación; anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según. Normativa vigente, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y utilizar fajas de protección lumbar.

### **INSTALACIÓN / RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN.**

#### 1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga.
- Desconexión / conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- montaje / desmontaje.

#### 2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atrapamientos.
- Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y cortes, proyección de partículas, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contacto eléctrico directo e indirecto en BT, arco eléctrico en BT y elementos candentes y quemaduras.

#### 3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4. Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de EPI's, coordinar con el cliente los trabajos a realizar, aplicar las 5 reglas de oro\*, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Ver punto 1.4.4, orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y atención continuada, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del jefe de trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puentes en tensión más cercanos.

<b>5 REGLAS DE ORO</b>
las fuentes en tensión
Bloquear los aparatos de corte
Verificar la ausencia de tensión
Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
Delimitar y señalizar la zona de trabajo

## **INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRÁNEAS.**

### **1. ACTIVIDADES.**

- Acopio, carga y descarga (acopio carga y descarga de material recuperado/chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

### **2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.**

- Golpes, heridas, caídas de objetos y atrapamientos.
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares y cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos y contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, quemaduras y presencia de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobre esfuerzos.

### **3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.**

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control y maniobras, vigilancia continuada y ver punto 1.4.4.
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, Utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad con protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilización de fajas de protección lumbar,

control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4.

- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4), utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).

- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.

- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar.

## **TRABAJOS EN TENSIÓN**

### **A. DISPOSICIONES GENERALES**

**1** - Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

**2.** El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- a. Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- b. Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- c. Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc. En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

**3.** A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación. Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión)
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.)
- Los requisitos de mantenimiento y conservación
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas. En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

#### NORMAS TECNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

Útiles aislantes y aislados:

- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente Continua.
- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.
- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras Aislantes macizas para trabajos en tensión
- UNE-EN 61235: 1996 + Errata:1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.
- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

ÁNGEL LÓPEZ DE HIERRO HITTA 254

Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.
- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superiora 1 KV en corriente alterna.

Otras Normas relacionadas:

- UNE-EN 50186-1. Sistemas de limpieza de líneas en tensión para instalaciones eléctricas con tensiones nominales superiores a 1 Kv. Parte 1. Condiciones generales.
- UNE 204002-IN. Trabajos en tensión. Instalación de conductores de líneas de distribución. Equipos de tendido de accesorios.
- UNE-EN 60743: 1997. Terminología para las herramientas y equipos a utilizar en los trabajos en tensión.

## **3.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS Y PREFABRICADOS.**

### **3.2.1. OBJETO.**

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

### **3.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.**

Descripción de la obra y situación:

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

#### **3.2.2.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

#### **3.2.2.2. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

#### **3.2.2.3. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.



#### **3.2.2.4. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo.

La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor. En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

#### **3.2.3. MEMORIA.**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

##### **3.2.3.1. OBRA CIVIL.**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

##### **3.2.3.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.**

###### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **b) Medidas de preventivas**

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra. Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.

- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

### **3.2.3.1.2. ESTRUCTURA.**

#### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobre esfuerzos.

#### b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.2.3.1.3. CERRAMIENTOS.**

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.2.3.1.4. ALBAÑILERÍA.**

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **3.2.3.2. MONTAJE.**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

#### **3.2.3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.**

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### **3.2.3.2.2 MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T.**

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:

- Cables, poleas y tambores
- Mandos y sistemas de parada.
- Limitadores de carga y finales de carrera.
- Frenos.

- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.

- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.

- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalero o por el enganchador.

### **3.2.3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSION.**

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.

- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.

- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.

- Enclavar los aparatos de maniobra.

- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.2.4. ASPECTOS GENERALES.**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

### **3.2.4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

### **3.2.5. NORMATIVA APLICABLE.**

#### **3.2.5.1. NORMAS OFICIALES.**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

### 3.2.6 ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

#### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Golpes.</li><li>- Heridas.</li><li>- Caídas.</li><li>- Atrapamientos.</li><li>- Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.</li><li>Elementos candentes y quemaduras.</li><li>- Presencia de animales, colonias, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ver punto 1.4.4. (Protecciones)</li><li>- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.</li><li>- Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.</li><li>- Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.</li><li>- Ver punto 1.4.4</li><li>- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.</li></ul>

#### CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Centros de transformación aéreos (sobre apoyo y compactos).

##### 1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado e instalación de los apoyos. (Desguace de los apoyos).
- Izado y montaje del transformador. (Izado y desmontaje del transformador).

##### 2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia o ataques de animales. Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos ~ a terceros, sobreesfuerzos, e inicio de incendios por chispas.
- Caídas desde altura, desprendimientos de cargas, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y contacto con PCB.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros y presencia, o ataque de animales.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia o ataque de animales.

### 3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Ver punto 1.4.4., mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4., orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI.'s, vallado de seguridad, protección huecos, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada y racionalización de las labores.
- Ver punto 1.4.4., utilización de equipos de los protección individual y colectiva, según Normativa vigente, revisión de los elementos de elevación y transporte, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa. vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, D vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de deposito y transporte de gas oil, vehículos autorizados para el llenado, el grupo electrógeno estará en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, ver 1.4.4. , estar en posesión de los permisos, de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.

### **CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

Centros de Transformación Lonja / subterráneos y otros usos

#### 1. ACTIVIDADES

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje. (Desguace de aparamenta en general).
- Transporte, conexión y desconexión de motogeneradores auxiliares.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### 2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atropamientos, desprendimiento de cargas, presencia o ataque de animales, y presencia de gases.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.



- Caídas desde altura, golpes y herida, atrapamientos, caídas de objetos, ataques de animales, e impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico y riesgo de accidente de tráfico.

### 3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4., Mantenimiento equipos, adecuación de las cargas, control e maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno y revisión de elementos de elevación y transporte, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4., Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, para el llenado del Grupo Electrógeno estarán en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios y ver Anexo I.

## **SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCIÓN.**

### 1. ACTIVIDADES

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje (Desguace de aparataje en general).
- Transporte conexión y desconexión de equipos de control y medida.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

### 2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, desprendimiento de cargas, contacto eléctrico, exposición al arco eléctrico y presencia o ataque de animales.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.

- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, presencia de colonias o animales.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia de animales o colonias.

### 3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4, mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión de elementos de elevación y transporte, cumplimiento MO 12.05.02 y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4, seguir MO 12.05.03 al 05, seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posición de los permisos de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.

## TRABAJOS EN TENSIÓN

### A. DISPOSICIONES GENERALES

**1.** Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

**2.** El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- a.** Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- b.** Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- c.** Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc.

En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
  - Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
  - Arnés o cinturón de seguridad
  - Guantes de protección contra riesgos mecánicos
- Otros equipos complementarios
- Ropa de trabajo
  - Calzado de trabajo bajo en contacto

**3.** A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión)
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.)
- Los requisitos de mantenimiento y conservación
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas. En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

#### NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

Útiles aislantes y aislados:

- UNE – EN 60900:1994 y 1996 .mientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.

- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.

- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión

- UNE-EN 61235: 1996 + Errata:1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.

- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.

- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1 KV en corriente alterna.

Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

A. Normas relativas a su utilización

B. Normas relativas a su comercialización

A. Normas relativas a su utilización .

Con respecto a su utilización, los equipos de protección individual están sujetos al cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas relativas al empleo de equipos de protección individual, las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editado la «Guía técnica sobre utilización de equipos de protección individual», destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho Real Decreto.

B. Normas relativas a su comercialización .

Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997).

En dicha normativa, se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios.

El apartado 3.8 del citado Real Decreto 1407/1992 establece las exigencias esenciales para los EPI contra riesgos eléctricos, referidas a los siguientes aspectos:

Deben poseer un aislamiento adecuado a las tensiones a las que los usuarios tengan que exponerse en las condiciones más desfavorables.

Los materiales y demás componentes se elegirán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora con tensiones similares a las que se puedan dar «in situ», sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con un umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán una marca? (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.

De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final.

También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.
- Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.
- Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.
- Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

#### NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
- UNE-EN 60903/A 11 :1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos
- UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

## B. DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN

**1.** El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

**2.** Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerla correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

**3.** La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos.

El jefe de Trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que éste ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo está señalizada y lo delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se 'coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros.

El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.



# **4.1 PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

#### 4.1 Estimación de la cantidad de residuos generados y su codificación.

En este proyecto de ICT, todos los residuos generados son del tipo contemplado en el capítulo 17 “Residuos de construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)” de la lista europea de residuos publicada en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero (BOE 19/02/02) y en la corrección de errores de la misma (BOE 12/03/02).

Zanjas y material Eléctrico	residuo	código	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen(m <sup>3</sup> )	Peso (T.M)
tipo	Hormigón relleno	170107	900	0,5	0,45
	Tierra sobrante de relleno	170504	1100	40	44
	Tubos PVC	170903	750	0,05	0,0375
	Restos cableado		850	0,5	0,425
Total residuo generado construcción bases ct y arquetas código 170107				0,5	0,45
Total residuo generado construcción bases ct y zanjas código170504				40	44
Total residuo generado tubos PVC 170903				0,05	0,0375
Total residuo generado puntas de cables y retales sobrantes				0,5	0,425
Total residuo generado para eliminación en vertedero				41,005	44,91

#### 4.2 Medida para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

Se dispondrán de bolsas de transporte de 1 m<sup>3</sup> y un container de 12.7 m<sup>3</sup> en las cuales se colocaran los residuos según los tres tipos identificados, sin mezclarse, al lado de la Obra para ser retiradas por camión al vertedero.

#### 4.3 Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinaran los residuos que se generan en la obra.

Las tierras resultantes de la realización de las zanjas al ser de tipo clasificado, pueden ser reutilizadas en el cierre del mismo siendo el volumen sobrante, ya calculado, el que queda como residuo generado.

El resto de los residuos, hormigón, tubos y resto de cableado no serán reutilizados por lo que se procederá al traslado al vertedero.

#### **4.4 Medidas de separación de los residuos, según el R.D 105/2008 artículo 5, punto 5.**

Tal y como se ha indicado anteriormente, se ha procedido a la separación de residuos según su naturaleza en los tres tipos antes enumerados.

Se ha procedido a reutilizar uno de los tipos de residuos generados, tierra, que se ha utilizado para el relleno.

Los residuos sobrantes se han clasificado de forma separada y dispuestos en bolsas especiales se trasladarán al vertedero.

Como puede verse en el Punto 1, los pesos de los mismos son muy inferiores a los máximos que determina el RD 105/2008 artículo 5, punto 5, siendo entregados, debidamente clasificados y separados, al Gestor de Residuos para su traslado al vertedero.

#### **4.5 Planos de las instalaciones previstas para el manejo de los residuos.**

Los residuos generados son de tan escasa entidad que no precisan de instalaciones especiales para su almacenamiento ya que son suficientes bolsas de traslado para su separación y transporte.

Por ello no se incluyen planos de instalaciones.

#### **4.6 Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares.**

No siendo necesaria, en este proyecto, la existencia de instalaciones para almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones no se requiere la redacción de un pliego de prescripciones técnicas.

Simplemente es necesario señalar que las bolsas a utilizar para el almacenamiento y transporte de los residuos generados deberán satisfacer, al menos:

Bolsas de 1 m<sup>3</sup> de capacidad

Dotadas de Asas para su manejo y carga mediante grúa Su resistencia deberá ser tal que soporten sin romperse un contenido de peso 2 Tm por m<sup>3</sup>.

El tejido tendrá una composición porosa que impida la salida de partículas de los materiales a transportar arena, polvo o tierra.

#### **4.7 Valoración del coste de la gestión de los residuos generados.**

2 Bolsas de transporte..... 10 € c/u (Precio orientativo)

1 Contenedor de 12,7m<sup>3</sup>..... 50 € c/u (Precio orientativo)

4 Viajes de camión con capacidad de carga de 4,5 TM, como mínimo, dotado de grúa portante para la carga y descarga de las bolsas y contenedor 150 € (nota. Precio variable según zona)

Tasas por Depósito en vertedero (según Ayuntamiento)

# **5. PLIEGO DE CONDICIONES**

## **5.1. Condiciones generales.**

### **5.1.1. Alcance.**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de media y baja tensión, además de la instalación de los centros de transformación.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición de la instalación del trabajo.

### **5.1.2. Reglamentos y normas.**

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal.

Se adaptarán además a las condiciones particulares impuestas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

### **5.1.3. Disposiciones generales.**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

### **5.1.4. Ejecución de las obras.**

#### **5.1.4.1. Comienzo.**

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director a fecha de comienzo de los trabajos.

#### **5.1.4.2. Ejecución.**

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

#### **5.1.4.3. Libro de órdenes.**

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le de por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

#### **5.1.5. Interpretación y desarrollo del proyecto.**

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

#### **5.1.6. Obras complementarias.**

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

#### **5.1.7. Modificaciones.**

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del Proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato.

El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

#### **5.1.8. Obra defectuosa.**

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

#### **5.1.9. Medios auxiliares.**

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

#### **5.1.10. Conservación de obras.**

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

#### **5.1.11. Recepción de las obras.**

##### **5.1.11.1. Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder la recepción provisional.

#### **5.1.11.2. Plazo de garantía.**

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien en el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

#### **5.1.11.3. Recepción definitiva.**

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

#### **5.1.12. Contratación de la empresa.**

##### **5.1.12.1. Modo de contratación.**

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

##### **5.1.12.2. Presentación.**

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 6 de Junio del 2014 en el domicilio del propietario.

##### **5.1.12.3. Selección.**

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo con el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

#### **5.1.13. Fianza.**

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.



En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase. La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

#### **5.1.14. Condiciones económicas.**

##### **5.1.14.1. Abono de la obra.**

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que pueden establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

##### **5.1.14.2. Precios.**

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

##### **5.1.14.3. Revisión de precios.**

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

##### **5.1.14.4. Penalizaciones.**

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

#### **5.1.14.5. Contrato.**

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

#### **5.1.14.6. Responsabilidades.**

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

#### **5.1.14.7. Rescisión del contrato.**

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primera: muerte o incapacidad del Contratista.
- Segunda: la quiebra del Contratista.
- Tercera: modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: la no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- Octava: terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

#### **5.1.14.8. Liquidación.**

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

#### **5.1.15. Condiciones facultativas.**

##### **5.1.15.1. Normas a seguir.**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del comité electrotécnico internacional (CEI).
- Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas de la compañía suministradora (IBERDROLA).

Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

##### **5.1.15.2. Personal.**

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales será de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligada separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

## **5.2. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.**

### **5.2.1. Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.**

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

#### **5.2.1.1. Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.**

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1(S), de las características siguientes:

##### **Cable tipo XZ1(S):**

- Conductor..... Aluminio
- Secciones..... 50 - 95 - 150 y 240 mm<sup>2</sup>
- Tensión asignada.....0,6/1 kV
- Aislamiento..... Mezcla de polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta..... Poliolefina Ignifugada

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.

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup> se utilizaran en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- La sección de 95 mm<sup>2</sup>, se utilizara como neutro de la sección de 150 mm<sup>2</sup> línea de derivación de la red general y acometidas.

La sección de 50 mm<sup>2</sup>, solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm<sup>2</sup> y acometidas individuales.

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla 5.1:

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm <sup>2</sup>	Nº mínimo alambres	Suministro Long ± 2% m	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6/1	1 x 50	6	1600	10	5631225
		1 x 95	15	950	10	5631235
		1 x 150	15	1100	12	5631245
		1 x 240	30	750	12	5631255

La constitución del cable (ver figura 1) será la siguiente



Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
  - Designación completa.
  - Año de fabricación (dos últimas cifras).
  - Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).
- La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

#### 5.2.1.1.1. Tendido de los cables.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm<sup>2</sup>. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido. Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente

Si involuntariamente se causara alguna avería a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.

Para los cruces de calles y carreteras:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

### 5.2.1.1.2. Protección mecánica y de sobreintensidad.

Protección mecánica:

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalar la existencia de las mismas y protegerlas, a la vez, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección y/o tubo.

La anchura se incrementará hasta cubrir todas las cuaternas en caso de haber más de una.

Protección de sobreintensidad:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

### 5.2.1.1.3. Señalización.

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

#### 5.2.1.1.4. Empalmes y terminales.

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

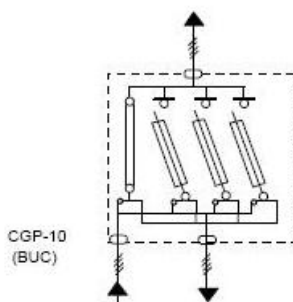
En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

#### 5.2.1.1.5. Cajas generales de protección (CGP).

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios. Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico.

En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles



En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.



Designación	Cortacircuitos fusibles			Utilización	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

Las características técnicas de las CGP son:

- Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm<sup>2</sup>.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

Tipo de Suministro	N° de Contadores	Tipo de instalación	Designación	Figura	Código
Monofásico hasta 63 A	1	Empotrable	CPM1-D2-M	5	4272001
	1	Intemperie	CPM1-D2-I	5	4272002
	2	Empotrable	CPM3-D2/2-M	6	4272021
	2	Intemperie	CPM3-D2/2-I	6	4272023
Trifásico doble tarifa hasta 63 A	1	Empotrable	CPM2-D4-M	7	4272011
	1	Intemperie	CPM2-D4-I	7	4272013
Trifásico multifunción 63 A	1	Empotrable	CPM2-E4-M	8	4272014
	1	Intemperie	CPM2-E4-I	8	4272016
	1	Empotrable	CPM2-E4-MBP	9	4272017
	1	Intemperie	CPM2-E4-IBP	9	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta)	1	Empotrable	CMT-300E-M	10	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	11	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	10	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	11	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida Indirecta)	1	Intemperie	CMT-750E-I	12	4272120

#### **5.2.1.1.6. Cajas generales de protección y medida (CPM).**

Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de CPM que utiliza Iberdrola en sus instalaciones.

Las características técnicas de las CPM son:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP43 en envoltentes empotrables e IP55 en envoltentes de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envoltentes empotrables e IK10 en envoltentes de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100º.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

#### **5.2.1.1.7. Armarios de distribución.**

Su utilización será para ir en conjunto con las cajas generales de protección y medida, ya que estas no admiten la sección del cable proyectado en los anillos.

Serán las de tipo Maxinter CS-250/400-E.

Las características técnicas son:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

### **5.2.1.2. Accesorios.**

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a 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.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

### **5.2.1.3. Medidas eléctricas.**

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

### **5.2.1.4. Obra civil.**

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera y cruce de calles) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

### **5.2.1.5. Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar.

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. 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 0,25 m de la parte superior del cable 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.

El tubo de 160 mm  $\varnothing$  que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 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.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm  $\varnothing$ , destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 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.

### **5.2.2. Normas generales para la ejecución de las instalaciones.**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).

- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

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

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y

canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

### **5.2.3. Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.**

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional. Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

### **5.2.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **5.2.5. Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o organismos de control.**

Generalmente, asumimos que la instalación eléctrica es un tipo de instalación que una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.). Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.

### 5.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN.

#### 5.3.1. Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

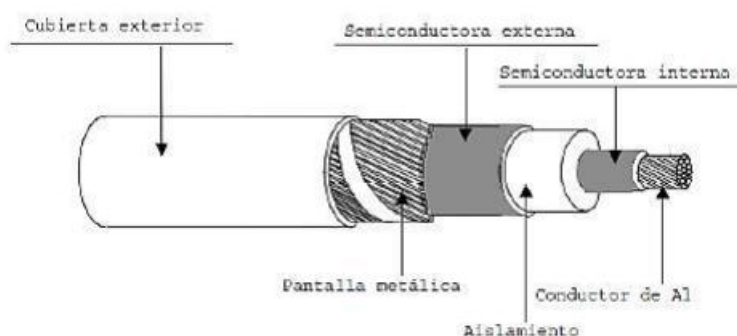
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

##### 5.3.1.1. Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Se utilizarán conductores de aluminio de la marca Prysmian del tipo “ **AL EPROTENAX-H COMPACT 12/20 kV de sección 150 mm<sup>2</sup>** ”.

La constitución del conductor será la representada en la siguiente figura:



El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado “triple extrusión”, éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductora extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.



La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm<sup>2</sup> como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).
- La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

#### **5.3.1.1.1. Tendido de los cables.**

##### **5.3.1.1.1.1. Manejo y preparación de bobinas.**

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

##### **5.3.1.1.1.2. Tendido de cables en zanja.**

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá esplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurran paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de

estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

#### **5.3.1.1.1.3. Tendido de los cables en tubulares.**

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

#### **5.3.1.1.1.4. Empalmes.**

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

#### **5.3.1.1.1.5. Terminales.**

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

#### **5.3.1.1.1.6. Transporte de bobinas de cables.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

#### **5.3.1.2. Accesorios.**

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a 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.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

#### **5.3.1.3. Obra civil.**

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera, cruce de calles y enterramiento de la línea de media tensión aérea) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

#### **5.3.1.4. Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro.

Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. 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 0,30 m de la parte superior del cable 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.

El tubo de 160 mm  $\varnothing$  que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm  $\varnothing$ , según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 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.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm  $\varnothing$  aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,8 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el caso anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 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.

### **5.3.2. Normas generales para la ejecución de las instalaciones.**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel

personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

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

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

## **5.4. PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.**

### **5.4.1. Calidades de los materiales.**

#### **5.4.1.1. Obra civil.**

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### **5.4.1.2. Aparamenta de Media Tensión.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

#### **5.4.1.3. Transformadores.**

El transformador o transformadores instalados en los Centros de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.



#### **5.4.1.4. Equipos de medida.**

Al tratarse de Centros para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio:

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado. Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

Primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Media Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

- Separación de servicio:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra

- Mantenimiento:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificación de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

#### **5.4.2. Normas de ejecución de las instalaciones.**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

### **5.4.3. Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

### **5.4.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio. En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente. Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

### **5.4.5. Certificados y documentación.**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

### **5.4.6. Libro de órdenes.**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

# **6.PRESUPUESTO**

## 6.1. PRESUPUESTO LÍNEA AERÍA DE MEDIA TENSIÓN.

Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
TENDIDO CIRCUITO 3XLA-56	150	2,04	306
CONEXIÓN CIRCUITO LA-56 CON LA-56	3	10,23	30,69
APOYO METAL.CELOSIA MT C 2000 12M	2	1 440,05	2880,1
ARMADO B2	2	154,01	308,02
1C AMARRE CS70YB20 LA-56	6	86,19	517,14
SEÑALIZACIÓN APOYO METALICO	2	6,21	12,42
COMPLEMENTO SEÑALIZ. APARATO MANIOBRA	2	3,62	7,24
ELECTRODO Y PAT APOYO METALICO	1	49,33	49,33
ELECTRODO Y PAT APOYO METALICO CON APARAMENTA	1	262,26	262,26
INTERRUPTOR-SECCIONADOR XXS-24 KV	2	2 698,08	5 396,16
CONVERSION AEREO-SUBT. 1C CON INTERRUPTOR-SECC.	1	1 635,61	1 635,61
SUPLEMENTO CONJUNTO PARARRAYOS 25 KV	1	133,29	133,29
EXCAVACIÓN TODO TERRENO EXCEPTO ROCA	130	12,05	1566,5
SUPL. APORTE HORMIGÓN	13	336,99	4 380,87
TAPADO HOYO	13	1,79	23,27

MONTAJE SECC III AP. METALICO	2	239,03	478,06
TENDIDO CONDUCTOR LA-56	150	0,36	54
CRUCE O CONEXIÓN MT EN DESCARGO	1	298,79	298,79
ZANJA CABLE TIERRA PAT	65	11,47	745,55
APERTURA ZONA SERVIDUMBRE ZONA MALEZA	50	0,13	6,5
<b>TOTAL LÍNEA AÉREA MT</b>			<b>19.091,66</b>

## 6.2 PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN

### 6.2.1 PRESUPUESTO UNITARIO

#### PRESUPUESTO: RED DE BAJA TENSION

DESCRIPCION	UNIDADE S	CANTIDA D	P. UNITARIO €	P. TOTAL €
<b>ZANJA EN ASFALTO PARA B.T.</b>				
Zanja 0,5x1,00 m, excavación por medios Mecánicos	ML	67	46	3082,00
Dos tubos DPN 160, tendido en zanja	ML	134	6,3	844,20
Tapón para tubo DPN 160	UD	11	1,15	12,65
Sellado poliuretano boca tubo salidaCables	UD	22	0,5	11,00
Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalización y control	ML	67	6,3	422,10
Hormigón H=200	M3	29	57,14	1657,06
Cinta atención al cable	ML	67	0,1	6,70
Relleno zahorra, compactación por medios mecánicos	M3	24	10,3	247,20
Prueba de compactación de terreno	ML	11	6,2	68,20
Aglomerado asfáltico	M3	10	22,7	227,00

#### ZANJA EN ACERA PARA B.T.

Zanja 0,8x0,80 m excavación por Medios Mecánicos	ML	6389	48,5	309866,50
Arena lavada para tendido de cables eléctricos	ML	511	14,8	7562,80
Arena lavada para cubrir cables eléctricos	UD	1022	14,7	15023,40
Placa señalización cables y protección mecánica, enlazable	UD	6389	2,65	16930,85
Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalización y control	ML	6389	6,3	40250,70
Cinta atención al cable (x2)	ML	12778	0,1	1277,80
Relleno zahorra, compactación por medios mecánicos	M3	2555	9,83	25115,65
Prueba de compactación de terreno	UD	80	4,6	368,00
Prueba de compactación de terreno				
Colocación baldosa 0,80 ancho	ML	6389	10,43	66637,27

#### LINEA CABLE 0,6/1 KV 3 (1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al

Cable 0,6/1 KV 1x240 mm <sup>2</sup> Al, tendido en Zanja	ML	4878,37	2,39	11659,3043
-----------------------------------------------------------	----	---------	------	------------

Cable 0,6/1 KV 1x150 mm2 Al, tendido en Zanja	ML	1626,12	2,02	3284,7624
Encintado identificación cables colores negro, marrón, amarillo, gris	UD	110	0,2	22
Encintado mazo cables color negro	UD	55	0,2	11
Empalmes de conexión	UD	55	3,45	189,75

**LINEA CABLE 0,6/1 KV 3 (1x150)+1x95 mm2 Al**

Cable 0,6/1 KV 1x150 mm2 Al, tendido en Zanja	ML	3427,16	2,02	6922,8632
Cable 0,6/1 KV 1x95 mm2 Al, tendido en Zanja	ML	1142,4	1,89	
Encintado identificación cables colores negro, marrón, amarillo, gris	UD	48	0,1	4,8
Encintado mazo cables color negro	UD	24	0,1	2,4

**CAJA GENERAL DE PROTECCION**

Basamento hormigón prefabricado	UD	73	6,88	502,24
Caja General de Protección CGP-10	UD	73	365	26645
Fusible gG-315 A	UD	219	1,43	313,17
Barra neutro NH-1	UD	73	0,57	41,61
Cerramiento obra civil módulo ADS	UD	73	14,2	1036,6
Tubo PVC 120(X2)	ML	438	1,5	657
Cable Cu 0,6/1KV 50 mm2	ML	365	0,55	200,75
Pica T.T. 2 m c/ grapa	UD	73	1,23	89,79
Marcado ADS y líneas según Norma Iberdrola	UD	73	83,9	6124,7

**CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA (1 abonado)**

Basamento hormigón prefabricado	UD	8	6,88	55,04
Caja GPM CPM1-D2-M	UD	8	110,2	881,6
Fusible gG-315 A	UD	24	1,43	34,32
Barra neutro NH-1	UD	15	0,57	8,55
Cerramiento obra civil módulo ADS	UD	54	14,35	774,9
Tubo PVC 120(X2)	ML	40	1,5	60
Cable Cu 0,6/1KV 50 mm2	ML	40	10	400
Pica T.T. 2 m c/ grapa	UD	8	1,3	10,4
Marcado ADS y líneas según Norma Iberdrola	UD	8	86,05	688,4

**CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA (2 abonado)**

Basamento hormigón prefabricado	UD	149	6,88	1025,12
Caja GPM CPM3-D2/2-M	UD	149	220,2	32809,8
Fusible gG-315 A	UD	447	1,43	639,21
Barra neutro NH-1	UD	149	0,57	84,93
Cerramiento obra civil módulo ADS	UD	149	14,35	2138,15
Tubo PVC 120(X4)	ML	1788	1,5	2682
Cable Cu 0,6/1KV 50 mm2	ML	745	10	7450
Pica T.T. 2 m c/ grapa	UD	149	1,3	193,7
Marcado ADS y líneas según Norma Iberdrola	UD	149	87,9	13097,1

TOTAL 610352,0399

### 6.3 PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN.

#### 6.3.1PRESUPUESTO UNITARIO

##### PRESUPUESTO: RED DE MEDIA TENSION

DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD	P. UNITARIO €	P. TOTAL €
<b>ZANJA EN ASFALTO PARA M.T.</b>				
Zanja 0,5x1,00 m excavación por medios Mecánicos	ML	33	46	1518,00
Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalización y control	ML	33	6,3	207,90
Dos tubos DPN 160, tendido en zanja	ML	66	6,3	415,80
Hormigón H=200	M3	8,25	57,15	471,49
Cinta atención al cable	ML	33	0,1	3,30
Relleno zahorra, compactación por medios mecánicos	M3	8,25	8	66,00
Prueba de compactación de terreno	UD	10	8	80,00
Aglomerado asfáltico	UD	10	28,04	280,40

##### ZANJA EN ACERA PARA M.T.

Zanja 0,8x1,10 m excavación por medios Mecánicos	ML	464	50	23200,00
arena lavada para tendido de cables eléctricos	M3	38	15,4	585,20
arena lavada para cubrir cables eléctricos	M3	152	15,4	2340,80
Placa señalización cables y protección mecánica, enlazable	ML	464	3,5	1624,00
Tubo DPN 160, tendido en zanja para				



señalización y control	ML	464	6,4	2969,60
Cinta atención al cable (x2)	ML	928	0,3	278,40
Relleno zahorra, compactación por medios mecánicos	M3	232	9,83	2280,56
Prueba de compactación de terreno	UD	20	6,5	130,00
Colocación baldosa 0,80 ancho	ML	464	10,43	4839,52

**LINEA CABLE HEPRZ1 12/20 kV  
3x(1x150) mm2 Al**

Cable aislamiento seco 12/20 KV HEPRZ1 1x150 mm2, tendido en zanja	ML	8271,51	8,5	70307,835
Encintado identificación cables colores negro, marron, amarillo, gris (cada 1.5m)	ML	5514,33	0,5	2757,165
Encintado mazo cables color negro (cada 1.5m)	UD	5514,33	0,5	2757,165

**JUEGO (3) TERMINALES PASATAPAS  
400 A ATORNILLADOS**

Terminal en "T" marca Prysmian referencia PMA-2400/24 roscado y apantallado	UD	108	240,5	25974
Medios auxiliares, material de trabajo y preparación cables	UD	60	120	7200
Conexión a tomas de tierra de herrajes en CT	UD	60	40	2400
Conexión a cabinas y marcado de fases colores marrón, amarillo, verde	UD	60	40	2400

**MEDICION DE RADAR  
COMPROBACION DE CABLES**

Comprobación de radar	UD	1	2500	2500
Preparación de puntas de cable para Medición	UD	1	250	250
Señalización de zona durante los trabajos	UD	1	250	250

TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO 158087,1325 €

## 6.4. PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO PFU-5/20

### 6.4.1. ESUPUESTO UNITARIO

#### PRESUPUESTO TRANSFORMADOR PFU-5

<b>OBRA CIVIL</b>	<b>PRECIO</b>
Edificio de Transformación: PFU-5	8400,00 €
	8400,00 €
<b>EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN</b>	
Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador	6212,50 €
Entrada / Salida 2: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador	6212,50 €
Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P Protección fusibles	3500,00 €
Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV	1175,00 €
	17100,00 €
<b>TRANSFORMADOR</b>	
Transformador 1: Transformador aceite 24 kV	9450,00 €
	9450,00 €
<b>EQUIPO DE BAJA TENSIÓN</b>	
Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO	2975,00 €
Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro	1150,00 €
	4125,00 €
<b>RED DE TIERRAS</b>	
Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular	1285,00 €
Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas	1000,00 €
Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras	925,00 €
Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras	925,00 €
	4135,00 €
<b>VARIOS</b>	
Defensa de Transformador 1: Protección física transformador	233,00 €
Equipo de Protección y Control: ekorUCT - Unidad Compacta de Telemando	8500,00 €
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación	600,00 €
Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra	700,00 €
	10033,00 €
<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>	<b>53243,00 €</b>
IMPREVISTOS (0%)	0,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>53243,00 €</b>

## 6.5 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO MINIBLOCK

### 6.5.1 PRESUPUESTO UNITARIO

#### PRESUPUESTO TRANSFORMADOR MINIBLOK

<b>OBRA CIVIL</b>	<b>PRECIO</b>
Edificio de Transformación: miniBLOK	28525,00 €
	28525,00 €
<b>EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN</b>	
E/S1,E/S2,PT1: CGMCOSMOS-2LP	0,00 €
Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV	0,00 €
	0,00 €
<b>TRANSFORMADOR</b>	
Transformador 1: Transformador aceite 24 kV	0,00 €
	0,00 €
<b>EQUIPO DE BAJA TENSIÓN</b>	
Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO	0,00 €
Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro	0,00 €
	0,00 €
<b>RED DE TIERRAS</b>	
Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular	1285,00 €
Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas	1000,00 €
Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras	0,00 €
Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras	0,00 €
	2285,00 €
<b>VARIOS</b>	
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación	0,00 €
Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra	0,00 €
	0,00 €
<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>	<b>30810,00 €</b>
IMPREVISTOS (0%)	0,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>30810,00 €</b>

## 6.6. PRESUPUESTO ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 6.6.1. PRESUPUESTO UNITARIO

#### PRESUPUESTO PARCIAL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNITARIO €	TOTAL €
<b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>			
<b>Casco de seguridad</b> homologado en material resistente al impacto, clase N, con arnés de adaptación, con marca "CE", según normas EPI.	10	1,96	<b>19,60</b>
<b>Casco de seguridad</b> homologado contra el riesgo eléctrico, clase "E-BT", para uso en baja tensión, con arnés de adaptación, en material resistente al impacto, con marca "CE", según normas EPI.	2	4,04	<b>8,08</b>
Par de <b>guantes de cuero</b> y loneta, con marca "CE", según normas EPI.	15	2,29	<b>34,35</b>
Par de <b>guantes aislantes</b> para instalaciones eléctricas, con marca "CE", según normas EPI.	2	8,52	<b>17,04</b>
Par de <b>guantes de goma impermeables</b> , con marca "CE", según normas EPI.	15	0,72	<b>10,80</b>
Par de <b>botas impermeables</b> , fabricadas en cloruro de polivinilo de media caña, varias tallas, con talón y empeine reforzado, forradas en loneta de algodón resistente, con plantilla antisudatoria, suela dentada antideslizante, con marca "CE", según normas EPI.	4	7,22	<b>28,88</b>
Par de <b>botas de seguridad</b> contra riesgos en los pies, fabricadas con serraje de piel y loneta reforzada contra los desgarros, varias tallas, con puntera metálica y plantilla antisudatoria forradas en loneta de algodón resistente, suela dentada antideslizante, con marca "CE", según normas EPI.	10	15,08	<b>150,80</b>

Par de <b>botas de seguridad</b> , fabricadas con material aislante de la electricidad, varias tallas, dotadas de suela antideslizante, para protección de trabajos en baja tensión, con marca "CE", según normas EPI.	2	26,25	<b>52,50</b>
<b>Mono de trabajo</b> de una pieza, de tejido ligero y flexible, amortizable en 1 uso.	10	15,02	<b>150,20</b>
<b>Traje impermeable</b> de trabajo, en 2 piezas de PVC.	4	7,88	<b>31,52</b>
<b>Gafas contra impactos</b> , homologadas, con marca "CE", según normas EPI.	2	8,52	<b>17,04</b>
<b>Mascarilla</b> para la retención de polvo, de pavel filtrante y filtros de recambio, con marca "CE", según normas EPI.	5	0,52	<b>2,60</b>
<b>Protectores auditivos</b> con arnés a la nuca.	2	12,87	<b>25,74</b>
<b>Cinturón antivibratorio</b> , amortizable en 4 usos.	2	9,97	<b>19,94</b>
<b>Peto llamativo y reflectante</b> de seguridad personal, color amarillo ó rojo, amortizable en tres usos.	10	6,44	<b>64,40</b>
Cinturón porta-herramientas para colgar hasta cuatro herramientas, con marca "CE", según normas EPI.	5	3,29	<b>16,45</b>

#### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

<b>Valla móvil metálica</b> de cerramiento de obra, formada por celosía electrosoldada a tubos de hierro galvanizados, de 1,90 m. de altura por 3,50 m. de longitud, con pedestal de hormigón para su sujeción, y elementos de unión entre ellas, incluso formación de puertas para paso de vehículos y personal, montada y desmontada, para diez puestas.	60	2,63	<b>157,80</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	------	---------------

<b>Valla para contención de peatones</b> normalizada, de 2,40x1,05 m., con pieza laterales para empalmes y acoplamiento, amortizable en 10 usos.	10	2,58	<b>25,80</b>
<b>Panel direccional reflectante</b> de 80x40 cm. colocado en valla metálica, para diez puestas.	4	9,02	<b>36,08</b>
<b>Protección horizontal de huecos</b> con chapa de acero de 1,5 cm, incluso colocación y retirada, para cinco puestas.	5	12,30	<b>61,5</b>
<b>Cono de señalización</b> reflectante, colocado y retirado, para tres puestas.	5	2,97	<b>14,85</b>
<b>Cartel informativo de obra</b> de 80x40, con postecillo metálico anclado al terreno, para diez puestas.	4	12,99	<b>51,96</b>
<b>Señal de seguridad</b> de 40x40 cm indicativa de prohibido el paso para persona ajena a la obra, sujeta a valla móvil en puertas de accesos a la obra. Tres puestas.	4	2,46	<b>9,84</b>
<b>Señal de seguridad</b> de 50x40 cm indicativa de uso obligatorio de caso, sujeta a valla móvil en puertas de accesos a la obra. Tres puestas.	4	2,46	<b>9,84</b>
<b>Señal de tráfico homologada</b> para obras, con postecillo para anclaje a terreno mediante cemento de hormigón, amortizable en 3 puestas, incluso colocación y retirada.	10	19,64	<b>196,40</b>
<b>Banda bicolor (rojo-blanco)</b> plástica, para señalización, colocada y retirada.	200 ML	0,38	<b>76,00</b>
<b>Baliza luminosa intermitente</b> con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con cédula fotoeléctrica y dos las, colocada y retirada. tres puestas.	10 ML	8,07	<b>80,70</b>
<b>Malla naranja de PVC</b> de 1,10 m. de altura, colocada y retirada.	100 ML	1,95	<b>195,00</b>
<b>Toma de tierra</b> mediante pica de cobre de 14mm de diámetro	1	28,03	<b>28,03</b>

y 2m de longitud.

<b>Interruptor diferencial</b> para instalaciones a 220V, de 30mA de sensibilidad, 25 A de intensidad nominal, amortizable en 1 uso, totalmente instalado.	1	41,28	<b>41,28</b>
<b>Extintor de polvo seco BCE</b> de 12 Kg, cargado, amortizable en 3 usos, totalmente instalado.	1	30,26	<b>30,26</b>
<b>Brigada de seguridad</b> en mantenimiento y reposición de protecciones.	20	26,01	<b>520,20</b>

#### **INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**

<b>Alquiler de caseta prefabricada</b> , con comedor, dos aseos, un urinario, dos duchas, y dos placas turcas en otro compartimento con acceso independiente, durante un mes, de 8,20x2,40m, con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío, cerramiento de chapa nervada y galvanizada, acabado con pintura prelacada, aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido, revestimiento de PVC en suelos, tablero melaminado en paredes, ventanas de aluminio anodizado, persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	6	128,47	<b>770,82</b>
<b>Acometidas a caseta</b> de energía eléctrica, agua, y saneamiento.	1	180,31	<b>180,31</b>
<b>Taquilla metálica individual</b> con llave de 1,78 m. de altura, colocada y retirada. para diez usos.	5	7,09	<b>35,45</b>
<b>Mesa de madera</b> para cinco personas, amortizable en 4 usos, colocada.	1	15,93	<b>15,93</b>

<b>Banco de madera</b> de capacidad para cinco personas, amortizable en 4 usos, colocado.	2	10,31	<b>20,62</b>
<b>Horno microondas</b> para calentar comidas, de 18 L de capacidad, plato giratorio y reloj programador, amortizable en 5 usos, instalado.	1	27,04	<b>27,04</b>
<b>Radiador eléctrico de 1000 W</b> , amortizable en 3 usos, instalado	1	4,21	<b>4,21</b>
<b>Recipiente para recogida de desperdicios</b> , tres usos, colocado.	1	7,10	<b>7,10</b>
<b>Instalación de dos espejos, dos portarrollos tipo industrial con cerradura, dos perchas, dos jaboneras, y un secamanos eléctrico</b> , para tres usos.	1	32,51	<b>32,51</b>
<b>Limpieza y desinfección de caseta</b> de obra.	10	13,01	<b>13,01</b>

#### **MEDICINA PREVENTIVA DE PRIMEROS AUXILIOS**

<b>Botiquín de urgencia</b> para obra, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	1	52,78	<b>52,78</b>
<b>Reconocimiento médico</b> obligatorio.	5	48,26	<b>48,26</b>

#### **FORMACION**

<b>Formación de seguridad e higiene en el trabajo</b> realizada por un encargado, considerando una hora a la semana.	10	16,09	<b>160,90</b>
<b>Comité de seguridad e higiene</b> compuesto por un técnico en la materia de seguridad, con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando como mínimo una reunión al mes.	3	57,91	<b>173,73</b>



## 6.6.2.PRESUPUESTO TOTAL.

DESCRIPCION	TOTAL €
Total importe Protecciones individuales	649,94 €
Total importe Protecciones colectivas	1.535,54 €
Total importe Inst. Hig. Y Bien.	1.107,00 €
Total importe Medic. Preven. Pri. Aux.	101,04 €
Total importe Formac. Reun. Oblig. Compl.	334,63 €
Neto del presupuesto completo	3.728,15 €
0% de imprevistos	0,00 €

<b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO</b>	<b>3.728,15 €</b>
-----------------------------------	-------------------

## 6.7. PRESUPUESTO ESTUDIO PLAN DE GESTION DE RESIDUOS

### 6.7.1. SUPUESTO UNITARIO

#### PRESUPUESTO PARCIAL ESTUDIO PLAN DE GESTION DE RESIDUOS

RESIDUOS	VOLUMEN CONTENEDOR R/BIDON	CANTIDAD	UNITARIO €	CANON DE VERTIDO €	TOTAL €
<b>NATURALEZA PETREA</b>					
<b>Tierras de excavación.</b>	Camion 20T max 10km	103	64,96	6,12	<b>19.287,53</b>
<b>NATURALEZA NO PETREA</b>					
<b>Metales</b>	Contenedor 7,0 m3	3	63,49	2,85	<b>257,89</b>
<b>Papel</b>	Contenedor 30 m3	1	97,50	2,65	<b>7,92</b>
<b>Plástico</b>	Contenedor 30 m3	1	97,50	2,65	<b>39,60</b>
<b>Yeso</b>	Contenedor 7,0 m3	1	63,49	8,13	<b>79,69</b>
<b>Arena , Grava y otros áridos</b>	Contenedor 7,0 m3	2	63,49	8,13	<b>288,95</b>
<b>Hormigón</b>	Contenedor 7,0 m3	7	63,49	3,50	<b>841,88</b>
<b>Ladrillos, azulejos y cerámicos</b>	Contenedor 7,0 m3	49	63,49	5,20	<b>5.768,22</b>
<b>Piedra</b>	Contenedor 7,0 m3	5	63,49	9,06	<b>746,12</b>
<b>Basuras</b>	Contenedor 7,0 m3	12	63,49	9,10	<b>1.396,40</b>

## 6.7.2.PRESUPUESTO TOTAL

DESCRIPCION	TOTAL €
Total importe Residuos naturaleza petrea	19.287,53 €
Total importe Residuos naturaleza no petrea	9.426,66 €
Neto del presupuesto completo	28.714,19 €
0% de imprevistos	0,00 €

<b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO TRANSPORTE + VERTIDO</b>	<b>28.714,19 €</b>
--------------------------------------------------------	--------------------

<b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO</b>	<b>28.714,19 €</b>
-----------------------------------	--------------------

### 6.7.3 PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

DESCRIPCION	TOTAL €
Línea Aérea de Media Tensión	19.091,66€
Red Subterránea de Baja Tensión	610.352,04€
Red Subterránea de Media Tensión	158.087,13 €
2 Centro de Transformación PFU-5/20	106.486,00 €
12 Centros de Transformación compactos miniblok	369.720,00 €
Estudio Básico de Seguridad y Salud	3.728,15 €
Plan de gestión de residuos	28.714,19€
<b>Presupuesto de Ejecución y Material</b>	<b>1.296.179,17 €</b>
13% Gastos Generales	168.503,3 €
6% Beneficio Industrial	77.770,75 €
<b>Presupuesto de Ejecución de Contrato</b>	<b>1.542.453,21 €</b>
21% IVA	323.915,17€
<b>Presupuesto de Licitación</b>	<b>1.866.368,4 €</b>

# PLANOS



