

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO Nº 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE CONDICIONES

**DOCUMENTO Nº 4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD**

DOCUMENTO Nº 5. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº 6. PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 7. PLANOS

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.- Objeto del proyecto.

1.2.- Titulares de la instalación; al inicio y al final.

1.3.- Usuario de la instalación.

1.4.- Emplazamiento de la instalación.

1.5.- Legislación y normativa aplicable.

1.5.1.- Normas Generales.

1.5.2.- Normas y recomendaciones de diseño del edificio.

1.5.3.- Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica.

1.5.4.- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores.

1.6.- Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.

1.6.1.- Red de Media Tensión.

1.6.2.- Red de Baja Tensión.

1.6.3.- Centros de Transformación.

1.6.3.1.- Centro de Transformación PFU-4

1.6.3.2.- Centro de Transformación miniBLOK.

1.7.- Plazo de ejecución de las instalaciones.

1.8.- Descripción de las instalaciones.

1.8.1.- Red de Media Tensión.

1.8.1.1.- Trazado.

1.8.1.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.

1.8.1.1.2.- Longitud.

1.8.1.1.3.- Relación de cruzamientos y paralelismos.

1.8.1.2.- Materiales.

1.8.1.2.1.- Conductores.

1.8.1.2.2.- Aislamientos.

1.8.1.2.3.- Accesorios.

1.8.1.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.

1.8.1.3.- Zanjas y sistema de enterramiento.

1.8.1.3.1.- Medidas de señalización y seguridad.

1.8.1.4.- Puesta a Tierra.

1.8.2.- Red de Baja Tensión.

1.8.2.1.- Trazado.

1.8.2.1.1.- Longitud.

1.8.2.1.2.- Inicio y final de la línea.

1.8.2.1.3.- Cruzamientos y paralelismos.

1.8.2.2.- Puesta a Tierra y continuidad del neutro.

1.8.3.- Centros de Transformación.

1.8.3.1.- Generalidades.

1.8.3.1.1.- Edificio de Transformación: PFU-5/20.

1.8.3.1.1.1.- Características de los materiales.

1.8.3.1.1.2.- Características detalladas PFU-5/20.

1.8.3.1.1.3.- Instalación Eléctrica.

1.8.3.1.1.4.- Características de la aparamenta de Media Tensión.

1.8.3.1.1.5.- Características Descriptivas de la aparamenta Media Tensión y Transformadores.

1.8.3.1.1.6.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.

1.8.3.1.1.7.- Características del material vario de
Media Tensión y Baja Tensión.

1.8.3.1.1.8.- Medida de la energía eléctrica.

1.8.3.1.1.9.- Unidades de protección, automatismo y control.

1.8.3.1.1.10.- Puesta a Tierra.

1.8.3.1.1.11.- Instalaciones secundarias.

1.8.3.1.2.- Edificio de Transformación: miniBLOK.

1.8.3.1.2.1.- Características de los Materiales.

1.8.3.1.2.2.- Instalación eléctrica.

1.8.3.1.2.3.- Características de la aparamenta de
Media Tensión.

1.8.3.1.2.4.- Características Descriptivas de la
aparamenta M. T. y Transformadores.

1.8.3.1.2.5.- Características Descriptivas de los Cuadros
de Baja Tensión.

1.8.3.1.2.6.- Características del material vario de
Media Tensión y Baja Tensión.

1.8.3.1.2.7.- Medida de la energía eléctrica.

1.8.3.1.2.8.- Unidades de protección, automatismo y control.

1.8.3.1.2.9.- Puesta a tierra.

1.8.3.1.2.10.- Instalaciones secundarias.

1.9.- Conclusión.

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1.- Previsión de cargas por parcela y por CT.

2.1.1.- Cálculos justificativos de previsión de potencia.

2.1.2.- Previsión de carga de CT 1.

2.1.3.- Previsión de carga de CT 2.

2.1.4.- Previsión de carga de CT 3.

2.1.5.- Previsión de carga de CT 4.

2.1.6.- Previsión de carga de CT 5.

2.2.- Línea Subterránea de Baja Tensión.

2.2.1.- Cálculo del anillo CTR 1-A 1.

2.2.1.1.- Potencias conectadas.

2.2.1.2.- Intensidad.

2.2.1.3.- Caídas de tensión.

2.2.1.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.2.- Cálculo del anillo CTR 1-A 2.

2.2.2.1.- Potencias conectadas.

2.2.2.2.- Intensidad.

2.2.2.3.- Caídas de tensión.

2.2.2.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.3.- Cálculo del anillo CTR 1-A 3.

2.2.3.1.- Potencias conectadas.

2.2.3.2.- Intensidad.

2.2.3.3.- Caídas de tensión.

2.2.3.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.4.- Cálculo del anillo CT 2-A 1.

2.2.4.1.- Potencias conectadas.

2.2.4.2.- Intensidad.

2.2.4.3.- Caídas de tensión.

2.2.4.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.5.- Cálculo del anillo CT 2-A 2.

2.2.5.1.- Potencias conectadas.

2.2.5.2.- Intensidad.

2.2.5.3.- Caídas de tensión.

2.2.5.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.6.- Cálculo del anillo CT 3-A 1.

2.2.6.1.- Potencias conectadas.

2.2.6.2.- Intensidad.

2.2.6.3.- Caídas de tensión.

2.2.6.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.7.- Cálculo del anillo CT 3-A 2.

2.2.7.1.- Potencias conectadas.

2.2.7.2.- Intensidad.

2.2.7.3.- Caídas de tensión.

2.2.7.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.8.- Cálculo del anillo CT 4-A 1.

2.2.8.1.- Potencias conectadas.

2.2.8.2.- Intensidad.

2.2.8.3.- Caídas de tensión.

2.2.8.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.9.- Cálculo del anillo CT 4-A 2.

2.2.9.1.- Potencias conectadas.

2.2.9.2.- Intensidad.

2.2.9.3.- Caídas de tensión.

2.2.9.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.10.- Cálculo del anillo CT 5-A 1.

2.2.10.1.- Potencias conectadas.

2.2.10.2.- Intensidad.

2.2.10.3.- Caídas de tensión.

2.2.10.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.11.- Cálculo del anillo CT 5-A 2.

2.2.11.1.- Potencias conectadas.

2.2.11.2.- Intensidad.

2.2.11.3.- Caídas de tensión.

2.2.11.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.3.- Líneas Subterráneas de Media Tensión.

2.3.1.- LSMT (Entronque - Centro de Reparto).

2.3.1.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.

2.3.1.2.- Criterio de caída de tensión.

2.3.1.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.

2.3.1.4.- Otras características eléctricas.

2.3.1.5.- Resultados de cálculos.

2.3.1.6.- 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.

2.3.2.- LSMT (Anillo de Media Tensión).

2.3.2.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.

2.3.2.2.- Criterio de caída de tensión.

2.3.2.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.

2.3.2.4.- Otras características eléctricas.

2.3.2.5.- Resultados de cálculos.

2.3.2.6.- 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.

2.3.3.- LSMT (Centro de Reparto - CT Abonado).

2.3.3.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.

2.3.3.2.- Criterio de caída de tensión.

2.3.3.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.

2.3.3.4.- Otras características eléctricas.

2.3.3.5.- Resultados de cálculos.

2.3.3.6.- 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.

2.4.- Cálculo de Centro de Transformación 400 KVA, tipo PFU (CT 1).

2.4.1.- Intensidad de Media Tensión.

2.4.2.- Intensidad de Baja Tensión.

2.4.3.- Cortocircuitos.

2.4.3.1.- Observaciones.

2.4.3.2.- Cálculo de las Intensidades de cortocircuito.

2.4.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

2.4.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

2.4.4.- Dimensionado del embarrado.

2.4.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.

2.4.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

2.4.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.

2.4.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.4.6.- Dimensionado de los puentes de Media Tensión.

2.4.7.- Dimensionado de la ventilación del CT.

2.4.8.- Dimensionado del pozo apagafuegos.

2.4.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.4.9.1.- Investigación de las características del suelo.

2.4.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

2.4.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

2.4.9.4.- Cálculo de la resistencia de tierra del sistema.

2.4.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

2.4.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

2.4.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.4.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.4.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

2.5.- Cálculo de Centro de Transformación 400 KVA, tipo miniBLOK (CT 2, CT 3, CT 4, CT 5).

2.5.1.- Intensidad de Media Tensión.

2.5.2.- Intensidad de Baja Tensión.

2.5.3.- Cortocircuitos.

2.5.3.1.- Observaciones.

2.5.3.2.- Cálculo de las Intensidades de cortocircuito.

2.5.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

2.5.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

2.5.4.- Dimensionado del embarrado.

2.5.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.

2.5.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

2.5.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.

2.5.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.5.6.- Dimensionado de los puentes de Media Tensión.

2.5.7.- Dimensionado de la ventilación del CT.

2.5.8.- Dimensionado del pozo apagafuegos.

2.5.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.5.9.1.- Investigación de las características del suelo.

2.5.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

2.5.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

2.5.9.4.- Cálculo de la resistencia de tierra del sistema.

2.5.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

2.5.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

2.5.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.5.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.5.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

3.- PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.- Generalidades.

3.1.1.- Disposiciones generales.

3.1.1.1.- Condiciones facultativas legales.

3.1.1.2.- Seguridad en el trabajo.

3.1.1.3.- Seguridad pública.

3.1.2.- Organización en el trabajo.

3.1.2.1.- Datos de la obra.

3.1.2.2.- Mejoras y variaciones del proyecto.

3.1.2.3.- Recepción del material.

3.1.2.4.- Organización.

3.1.2.5.- Medios auxiliares.

3.1.2.6.- Ejecución de las obras y plazos.

3.1.2.7.- Recepción provisional.

3.1.2.8.- Garantía.

3.1.2.9.- Recepción definitiva.

3.1.2.10.- Pago de obra.

3.2.- Pliego de Condiciones de la Red Subterránea de Baja Tensión.

3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones de ejecución.

3.2.1.1.- Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

3.2.1.2.- Accesorios.

3.2.1.3.- Medidas eléctricas.

3.2.1.4.- Obra civil.

3.2.1.5.- Zanjas: tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

3.2.2.- Normas generales para ejecución de instalaciones.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar obras.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores y organismos de control.

3.2.6.- Certificados y documentos.

3.3.- Pliego de Condiciones de la Red Subterránea de Media Tensión.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones de ejecución.

3.3.1.1.- Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

3.3.1.2.- Accesorios.

3.3.1.3.- Obra civil.

3.3.1.4.- Zanjas: tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

3.3.2.- Normas generales para ejecución de instalaciones.

3.4.- Pliego de Condiciones de Centros de Transformación.

3.4.1.- Calidad de los materiales.

3.4.1.1.- Obra civil.

3.4.1.2.- Aparata de Media Tensión.

3.4.1.3.- Transformadores.

3.4.1.4.- Equipos de medida.

3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.

3.4.3.- Pruebas reglamentarias.

3.4.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.4.5.- Certificados y documentación.

3.4.6.- Libro de órdenes.

3.5.- Pliego de Condiciones de Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- 3.5.1.- Legislación y normas aplicables.
- 3.5.2.- Obligaciones de las diversas partes intervinientes en la obra.
- 3.5.3.- Servicios de prevención.
- 3.5.4.- Instalaciones y servicios de higiene y bienestar de los trabajadores.
- 3.5.5.- Condiciones a cumplir por los equipos de protección personal.
- 3.5.6.- Condiciones de las protecciones colectivas.

3.6.- Pliego de Condiciones de Plan de Gestión de Residuos.

- 3.6.1.- Obligaciones agentes intervinientes.
- 3.6.2.- Gestión de residuos.
- 3.6.3.- Derribo y demolición.
- 3.6.4.- Separación.
- 3.6.5.- Documentación.
- 3.6.6.- Normativa.

4.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.1.- Estudio Básico de Seguridad y Salud para Líneas de Media y Baja Tensión.

4.1.1.- Objeto.

4.1.2.- Campo de aplicación.

4.1.3.- Normativa aplicable.

4.1.3.1- Normas oficiales.

4.1.3.2- Normas de Iberdrola.

4.1.4.- Metodología y desarrollo del estudio.

4.1.4.1- Aspectos generales.

4.1.4.2- Identificación de riesgos.

4.1.4.2.1.- Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

4.1.4.2.2.- Medidas preventivas de carácter general.

4.1.4.2.3.- Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.

4.1.4.2.3.1.- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

4.1.4.2.3.2.- Relleno de tierras.

4.1.4.2.3.3.- Encofrados.

4.1.4.2.3.4.- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

4.1.4.2.3.5.- Trabajos de manipulación del hormigón.

4.1.4.2.3.6.- Instalación eléctrica provisional de obra.

4.1.4.2.4.- Medidas preventivas para Líneas Subterráneas de MT y BT.

4.1.4.2.4.1.- Transporte y acopio de materiales.

4.1.4.2.4.2.- Movimiento de tierras, apertura de zanjas y
reposición del pavimento.

4.1.4.2.4.3.- Cercanía a las Líneas de Alta y Media Tensión.

4.1.4.2.4.4.- Tendido, empalme y terminales de conductores
subterráneos.

4.1.4.3- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.

4.1.4.4- Protecciones.

4.1.4.5- Características generales de la obra.

4.1.4.6.- Riesgos laborales no eliminables completamente.

4.1.5.- Conclusión.

4.1.6.- Anejos de EBSS para Líneas de Media y Baja Tensión.

4.1.6.1.- Anejo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

4.1.6.2.- Anejo 2: Líneas subterráneas.

4.1.6.3.- Anejo 3: Instalación/Retirada de equipos de medida en Baja Tensión, sin tensión.

4.1.6.4.- Anejo 4: Trabajos en tensión.

4.2.- Estudio Básico de Seguridad y Salud para Centros de Transformación.

4.2.1.- Objeto.

4.2.2.- Características de la obra.

4.2.2.1.- Suministro de energía eléctrica.

4.2.2.2.- Suministro de agua potable.

4.2.2.3.- Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.

4.2.2.4.- Interferencias y servicios afectados.

4.2.3.- Memoria.

4.2.3.1.- Obra civil.

4.2.3.1.1.- Movimiento de tierras y cimentación.

4.2.3.1.2.- Estructura.

4.2.3.1.3.- Cerramientos.

4.2.3.1.4.- Albañilería.

4.2.3.2.- Montaje.

4.2.3.2.1.- Colocación de soportes y embarrados.

4.2.3.2.2.- Montaje de celdas prefabricadas o aparamenta,
transformadores de potencia y cuadros de Baja Tensión.

4.2.3.2.3.- Operaciones de puesta en tensión.

4.2.4.- Aspectos generales.

4.2.4.1.- Botiquín de obra.

4.2.5.- Normativa aplicable.

4.2.5.1.- Normas oficiales.

4.2.6.- Anejos de EBSS para Centros de Transformación.

4.3.6.1.- Anejo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

4.3.6.2.- Anejo 2: Centros de Transformación.

4.3.6.3.- Anejo 3: Trabajos en tensión.

5.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

5.1.- Identificación de los residuos.

5.1.1.- Generalidades.

5.1.2.- Definiciones.

5.1.3.- Clasificación y descripción de los residuos.

5.1.3.1- RCD's de Nivel I.

5.1.3.2- RCD's de Nivel II.

5.2.- Medidas de prevención de residuos.

5.2.1.- Prevención en tareas de derribo.

5.2.2.- Prevención en la adquisición de materiales.

5.2.3.- Prevención en la puesta en obra.

5.2.4.- Prevención en el almacenamiento en obra.

5.3.- Clasificación de residuos de la construcción y demolición.

5.4.- Estimación de la cantidad de RCD's.

5.5.- Medidas para la separación en obra.

5.6.- Previsión de reutilización.

5.7.- Destino final de los residuos.

5.8.- Pictogramas.

6.- PRESUPUESTO.

- **Presupuesto y Mediciones.**
 - Capítulo 01. Obra civil.
 - Capítulo 02. Línea Subterránea de Baja Tensión.
 - Capítulo 03. Línea Subterránea de Media Tensión.
 - Subcapítulo 03.01. LSMT Entronque- Centro de Reparto.
 - Subcapítulo 03.02. LSMT Anillo.
 - Subcapítulo 03.03. LSMT Centro de Reparto- Abonado.
 - Capítulo 04. Centros de Transformación.
 - Subcapítulo 04.01. CT Tipo PFU
 - Subcapítulo 04.02. CT Tipo miniBLOK.
 - Capítulo 05. Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 - Capítulo 06. Plan de Gestión de Residuos.

- **Resumen de Presupuesto.**

7.- PLANOS.

7.1.- Situación.

7.2.- Emplazamiento.

7.3.- General de Media Tensión.

7.4.- General de Baja Tensión.

7.5.- Anillos de Baja Tensión (CTR1).

7.6.- Anillos de Baja Tensión (CT2).

7.7.- Anillos de Baja Tensión (CT3).

7.8.- Anillos de Baja Tensión (CT4).

7.9.- Anillos de Baja Tensión (CT5).

7.10.- Dimensiones, unifilar y puesta a tierra de CTR1.

7.11.- Dimensiones, unifilar y puesta a tierra de CT2, CT3, CT4 y CT5.

7.12.- Esquema unifilar general.

7.13.- General de tipos de Zanjas.

7.14.- Detalle Zanjas tipo 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

7.15.- Detalle Zanjas tipo 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

7.16.- Detalle Zanjas tipo 13 y 14.

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.-MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.- Objeto del proyecto.

1.2.- Titulares de la instalación; al inicio y al final.

1.3.- Usuario de la instalación.

1.4.- Emplazamiento de la instalación.

1.5.- Legislación y normativa aplicable.

1.5.1.- Normas Generales.

1.5.2.- Normas y recomendaciones de diseño del edificio.

1.5.3.- Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica.

1.5.4.- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores.

1.6.- Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.

1.6.1.- Red de Media Tensión.

1.6.2.- Red de Baja Tensión.

1.6.3.- Centros de Transformación.

1.6.3.1.- Centro de Transformación PFU-5

1.6.3.2.- Centro de Transformación miniBLOK.

1.7.- Plazo de ejecución de las instalaciones.

1.8.- Descripción de las instalaciones.

1.8.1.- Red de Media Tensión.

1.8.1.1.- Trazado.

1.8.1.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.

1.8.1.1.2.- Longitud.

1.8.1.1.3.- Relación de cruzamientos y paralelismos.

1.8.1.2.- Materiales.

1.8.1.2.1.- Conductores.

1.8.1.2.2.- Aislamientos.

1.8.1.2.3.- Accesorios.

1.8.1.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.

1.8.1.3.- Zanjas y sistema de enterramiento.

1.8.1.3.1.- Medidas de señalización y seguridad.

1.8.1.4.- Puesta a Tierra.

1.8.2.- Red de Baja Tensión.

1.8.2.1.- Trazado.

1.8.2.1.1.- Longitud.

1.8.2.1.2.- Inicio y final de la línea.

1.8.2.1.3.- Cruzamientos y paralelismos.

1.8.2.2.- Puesta a Tierra y continuidad del neutro.

1.8.3.- Centros de Transformación.

1.8.3.1.- Generalidades.

1.8.3.1.1.- Edificio de Transformación: PFU-5/20.

1.8.3.1.1.1.- Características de los materiales.

1.8.3.1.1.2.- Características detalladas PFU-5/20.

1.8.3.1.1.3.- Instalación Eléctrica.

1.8.3.1.1.4.- Características de la aparatamenta de Media Tensión.

1.8.3.1.1.5.- Características Descriptivas de la aparatamenta Media Tensión y Transformadores.

1.8.3.1.1.6.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.

1.8.3.1.1.7.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

1.8.3.1.1.8.- Medida de la energía eléctrica.

1.8.3.1.1.9.- Unidades de protección, automatismo y control.

1.8.3.1.1.10.- Puesta a Tierra.

1.8.3.1.1.11.- Instalaciones secundarias.

1.8.3.1.2.- Edificio de Transformación: miniBLOK.

1.8.3.1.2.1.- Características de los Materiales.

1.8.3.1.2.2.- Instalación eléctrica.

1.8.3.1.2.3.- Características de la aparamenta de Media Tensión.

1.8.3.1.2.4.- Características Descriptivas de la aparamenta Media Tensión y Transformadores.

1.8.3.1.2.5.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.

1.8.3.1.2.6.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

1.8.3.1.2.7.- Medida de la energía eléctrica.

1.8.3.1.2.8.- Unidades de protección, automatismo y control.

1.8.3.1.2.9.- Puesta a tierra.

1.8.3.1.2.10.- Instalaciones secundarias.

1.9.- Conclusión.

1.-MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.- OBJETO DEL PROYECTO.

Por parte del departamento de electricidad de la Universidad Politécnica de Cartagena, se pide el desarrollo para una parcela dada para la electrificación de la misma constando de:

- Red de distribución de Baja Tensión para suministro de energía eléctrica a viviendas de tipo unifamiliar y edificios, así como la alimentación de zonas ajardinadas y de equipamientos social y deportivo.
- Centros de transformación necesarios para satisfacer la demanda de energía eléctrica del conjunto de la instalación.
- Red subterránea de Media Tensión para alimentar a los Centros de Transformación y acometida hasta punto de entronque con línea que proviene de una Subestación sita a 1 km desde dicho punto de entronque.

El objeto de este proyecto es que conste como Proyecto Fin de Carrera para conseguir el título de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electricidad.

1.2.- TITULARES DE LA INSTALACIÓN; AL INICIO Y AL FINAL.

El titular inicial de la instalación será el peticionario del proyecto, cuyos datos son los siguientes:

- **Razón Social:** Universidad Politécnica de Cartagena
- **Dirección:** C/ Doctor Fleming, s/n
- **Localidad:** 30203- CARTAGENA

De acuerdo con lo establecido en el artículo 23 del vigente Decreto sobre Acometidas Eléctricas, las instalaciones recogidas en el presente proyecto se cederán a la Compañía Suministradora, por lo tanto, esta será el titular final de la instalación, siendo sus datos los siguientes:

- **Razón Social:** IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U
- **C.I.F.:** A-48010615
- **Dirección:** Avda. Los Pinos, s/n
- **Localidad:** 30009-MURCIA

1.3.- USUARIO DE LA INSTALACIÓN.

Los usuarios de la instalación serán las distintas personas físicas que en un futuro se instalen en el polígono residencial, los propietarios de las viviendas unifamiliares así como de los edificios y de las parcelas de uso público que pasarán a ser propiedad del Ayuntamiento de Cartagena.

1.4.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

La instalación que nos ocupa se encuentra situada en el barrio de Los Dolores, designado por el Departamento de Ingeniería Eléctrica en el término Municipal de Cartagena, cuya situación y emplazamiento quedan determinados en los planos correspondientes, dentro del DOCUMENTO Nº 7 que contiene todos los planos.

1.5- LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.

Las normas aplicadas y que están en uso actualmente se subdividen en varios grupos:

1.5.1.- Normas Generales.

- * Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- * 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 un 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, BOE de 31-12-1994.
- * Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, BOE 31-12-94.
- * Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio sobre disposiciones mínimas para 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 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 Laborables.
- * 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 Decreta 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 (EPI).

1.5.2.- Normas y recomendaciones de diseño del edificio.

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

1.5.3.- Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica.

- * CEI 60694 UNE-EN 60694, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta 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, Aparamta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV.
- * CEI 60129 UNE-EN 60129, Seccionadores y seccionares de puesta a tierra de corriente alterna.
- * RU 6497B, Aparamta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre 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 1kV e inferiores a 52kV
- * CEI 60420 UNE-EN 60420, Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

1.5.4.- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores.

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

1.6.- DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA.

1.6.1.- Red de Media Tensión.

El desarrollo de la Línea Subterránea de Media Tensión (L.S.M.T.) se deberá realizar primero una línea de acometida que vendrá de un hipotético entronque, esta línea irá desde el punto de acometida hasta el centro de reparto (CTR1). De este centro de reparto saldrá otra línea hasta el centro de abonado situado a las afueras del polígono residencial. Y también se repartirá un anillo en instalación subterránea de media tensión para los cuatro centros de transformación repartidos por el polígono residencial con el fin de llevar energía eléctrica a todos los usuarios.

1.6.2.- Red de Baja Tensión.

La red de BT está compuesta por 7 parcelas (1, 4, 5, 6, 7, 8 y 9) de viviendas unifamiliares de electrificación elevada, 2 parcelas (2 y 3) de edificios de electrificación básica, 4 parcelas destinadas a jardines, una parcela destinada a un centro social, una parcela destinada a un centro educativo, y el alumbrado de los viales del polígono residencial.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica, en cuanto a las zonas de los jardines,

la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria 100 W/30 m², el centro social se le asignará una potencia de 10 W/m², al centro educativo se le asignará una potencia de 5 W/m² y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales se resolverá instalando dos centros de mando de 20 KW cada uno.

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 50Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

1.6.3.1.- 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.

1.6.3.2.- Centro 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.

1.7.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

El plazo para la ejecución será de un año como máximo.

1.8.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

1.8.1.- Red de Media Tensión. 1.8.1.1.- Trazado.

La red de Media Tensión discurre por el polígono residencial del término de Cartagena, con cables directamente soterrados a un metro de profundidad.

Se realizarán tres líneas subterráneas de media tensión:

- L.S.M.T. desde el punto de entronque hasta el Centro de Reparto.
- L.S.M.T. desde Centro de Reparto hasta el centro de transformación de abonado.
- L.S.M.T. en anillo desde Centro de Reparto.

1.8.1.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.

- La L.S.M.T. que parte del punto de entronque y su punto final de línea estará ubicado en la conexión con el Centro de Reparto.
- La L.S.M.T. que parte desde el Centro de Reparto hasta el Centro de Abonado que está situado cerca del polígono residencial.
- La L.S.M.T. correspondiente al anillo de Media Tensión, su punto principal de salida será desde el Centro de Reparto hacia el mismo pasando por los distintos Centros de Transformación.

1.8.1.1.2.- Longitud.

- La longitud desde el punto de entronque hasta el Centro de Reparto es de 465 metros.
- La longitud desde el Centro de Reparto hasta el Centro de Abonado es de 353 metros.
- La longitud total del anillo que enlaza el resto de Centros de Transformación es de 911 metros.

1.8.1.1.3.- Relación de cruzamientos y paralelismos.

Las condiciones que se cumplen en los cruces y paralelismos las instalaciones de MT 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 mm², 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.

1.8.1.2.- Materiales.

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y demás normas y especificaciones técnicas aplicables. En el caso de que no exista norma UNE, se utilizarán las Normas Europeas (EN o HD) correspondientes y, en su defecto, se recomienda utilizar la publicación CEI correspondiente (Comisión Electrotécnica Internacional).

1.8.1.2.1.- 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 semiconductora aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora 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 mostrados en la Documentación Técnica y con la sección determinada en los Cálculos Justificativos.

El tipo de conductor escogido entre los que nos propone Iberdrola es el tipo AL HEPRZ1 (12/20 KV).

1.8.1.2.2.- 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.

1.8.1.2.3.- 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.

El tubo para la canalización, cuando sea necesario, se empleará tubo de PVC de 160mm de diámetro.

1.8.1.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.

Protecciones contra sobreintensidades.

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

Protecciones contra sobreintensidades de cortocircuito.

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable. Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Protección contra sobretensiones.

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen. Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión.

1.8.1.3.- 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.

En el Documento de planos se detallan las disposiciones de los distintos de zanjas.

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.

1.8.1.3.1.- 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.

1.8.1.4.- 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.

1.8.2.- Red de Baja Tensión.

Las instalaciones que nos encontramos en el polígono son las siguientes: 10 parcelas de

PROYECTO FIN DE CARRERA

Memoria Descriptiva

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

viviendas (viviendas unifamiliares y edificios), 4 zonas ajardinadas, equipamiento social y educativo y 2 alumbrados de viales. Las previsiones de carga de cada parcela son:

PREVISION DE CARGAS			
PARCELA N°	NUM. VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	ESCALERAS
1	11	ELEVADA	
2	95	BASICA	9
3	97	BASICA	9
4	20	ELEVADA	
5	24	ELEVADA	
6-A	17	ELEVADA	
6-B	14	ELEVADA	
7	32	ELEVADA	
8	24	ELEVADA	
9	23	ELEVADA	
EQUIPAMIENTO SOCIAL		Previsión de 10 W/m ²	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO		Previsión de 5 W/m ²	
JARDINES		Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m ² .	
ALUMBRADO DE VIALES		DOS CENTROS DE MANDO 20 KW/UD.	

Para el diseño de la red eléctrica de Baja Tensión usaremos los conductores del tipo XZ1(S) con aislamiento de 0,6/1 KV recomendados por la Empresa Suministradora, con la 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 instalarán dos redes en anillo por cada CT, siendo tres en el CTR1, y estas irán

directamente enterradas a 0,7 metros y con una separación mínima de los conductores en la misma zanja de 20 cm.

Se utilizarán cajas generales de protección (CGP) especificadas por la empresa suministradora.

1.8.2.1.- Trazado.

Los conductores transcurrirán bajo acera directamente enterrados, salvo en los tramos que deban transcurrir bajo calzada, que irán bajo tubo. El recorrido debe ser el menor posible a la vez que rectilíneo. La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,7 m en acera o de 0,8 m en calzada.

1.8.2.1.1.- Longitud.

Nº CT	Longitud Anillo 1 (m)	Longitud Anillo 2 (m)	Longitud Anillo 3 (m)
1	585	359	366
2	469	423	-
3	367	330	-
4	206	370	-
5	208	166	-

La longitud total de todas las líneas subterráneas de Baja Tensión a estudio será de 3849 metros aproximadamente.

1.8.2.1.2.- Inicio y final de la línea.

Las líneas partirán desde los cuadros de B.T. y extensionamiento de cada uno de los centros de transformación, alimentando en su parte final a los distintos armarios, y formando anillos para garantizar el suministro. Los detalles del inicio y final de línea de cada rama se representan en el Documento de planos.

1.8.2.1.3.- Cruzamientos y paralelismos.

Las condiciones que se cumplen en los cruces y paralelismos las instalaciones de B.T. 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 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 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 la zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las Normas de Iberdrola 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.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm, 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 5 cm.

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. 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 cemento 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.

1.8.2.2.- 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 mm² 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 inmóvil 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.

1.8.3.- Centros de Transformación.

Los Centros de Transformación objeto de este proyecto 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.

1.8.3.1.- Generalidades.

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

1.8.3.1.1.- 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.

1.8.3.1.1.1.- 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/cm².

Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente. Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

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

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

- Placa piso:

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

- Accesos:

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 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.

1.8.3.1.1.2.- Características detalladas PFU-5/20.

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

Dimensiones exteriores	
Longitud	6080 mm
Fondo	2380 mm
Altura vista	2585 mm
Peso	17460 kg

Dimensiones interiores	
Longitud	5900 mm
Fondo	2200 mm
Altura	2355 mm

Dimensiones de la excavación	
Longitud	6880 mm
Fondo	3180 mm
Profundidad	560 mm

1.8.3.1.1.3.- Instalación Eléctrica.

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 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.

1.8.3.1.1.4.- Características de la aparamenta de Media Tensión.

Celdas: **CGM COSMOS**

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 mm² 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 del interruptor y del 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 contra 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	24kV
Frecuencia industrial a tierra y entre fases	50kV
Frecuencia industrial a la distancia de seccionamiento	60kV
Impulso tipo rayo	125kV
Impulso tipo rayo a la distancia de seccionamiento	145kV

1.8.3.1.1.5.- Características descriptivas de la aparamenta de Media Tensión y Transformadores.

Entrada / Salida 1: 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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Memoria Descriptiva

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Características eléctricas	
Tensión asignada	24kV
Intensidad asignada	400A
Intensidad de corta duración, eficaz	16kA
Intensidad de corta duración, cresta	40kA
Nivel de aislamiento. Frecuencia industrial a tierra y entre fases	28kV
Nivel de aislamiento. Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	75kV
Capacidad de cierre (cresta)	40kA
Capacidad de corte. Corriente principalmente activa	400A

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

Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B 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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Memoria Descriptiva

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Características eléctricas	
Tensión asignada	24kV
Intensidad asignada en el embarrado	400A
Intensidad asignada en la derivación	200A
Intensidad fusibles	3x25A
Intensidad de corta duración, eficaz	16kA
Intensidad de corta duración, cresta	40kA
Nivel de aislamiento. Frecuencia industrial tierra y entre fases	50kV
Nivel de aislamiento. Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	125kV
Capacidad de corte. Corriente principalmente activa	400A

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

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

1.8.3.1.1.6.- 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 con maniobras fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Características eléctricas	
Tensión asignada de empleo	440V
Tensión asignada de aislamiento	500V
Intensidad asignada en los embarrados	1600A
Frecuencia asignada	50Hz
Frecuencia industrial a tierra y entre fases	10kV
Frecuencia industrial entre fases	2,5kV
Intensidad asignada de corta duración 1s	24kA
Intensidad asignada de cresta	50,5kA

Características constructivas	
Anchura	1000 mm
Altura	1360 mm
Fondo	350 mm

1.8.3.1.1.7.- 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.

1.8.3.1.1.8.- Medida de la energía eléctrica.

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

1.8.3.1.1.9.- Unidades de protección, automatismo y control.

Este proyecto no incluye automatismos ni relés de protección.

1.8.3.1.1.10.- 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.

1.8.3.1.1.11.- 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:

- 1- 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.
- 2- 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.
- 3- 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.
- 4- Los mandos de la aparatamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparatamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- 5- 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.

1.8.3.1.2.- Edificio de Transformación: miniBLOK.

1.8.3.1.2.1.- 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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Memoria Descriptiva

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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

Número 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 de la excavación	
Longitud	4300 mm
Fondo	4300 mm
Profundidad	800 mm

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

1.8.3.1.2.2.- Instalación eléctrica.

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 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.

1.8.3.1.2.3.- Características de la Aparamenta 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 apartada 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 apartada 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).

PROYECTO FIN DE CARRERA

Memoria Descriptiva

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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.

Características eléctricas	
Tensión nominal nivel	24kV
Nivel de aislamiento. Frecuencia industrial a tierra y entre fases	50kV
Nivel de aislamiento. Frecuencia industrial a la distancia de seccionamiento	60kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases	125kV
Impulso tipo rayo a la distancia de seccionamiento	145kV

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

1.8.3.1.2.4.- Características descriptivas de la aparamenta Media Tensión 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).

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

1.8.3.1.2.5.- 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 aparataje 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	440V
Tensión asignada de aislamiento	500V
Intensidad asignada en los embarrados	1600A
Frecuencia asignada	50Hz
Frecuencia industrial a tierra y entre fases	10kV
Frecuencia industrial entre fases	2,5kV
Intensidad asignada de corta duración 1s	24kA
Intensidad asignada de cresta	50,5kA

Características constructivas	
Anchura	1000 mm
Altura	1360 mm
Fondo	350 mm

1.8.3.1.2.6.- 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.

1.8.3.1.2.7.- Medida de la energía eléctrica.

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

1.8.3.1.2.8.- Unidades de protección, automatismo y control.

Este proyecto no incluye automatismos ni relés de protección.

1.8.3.1.2.9.- 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.

1.8.3.1.2.10.- 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 M.T.

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:

- 1- 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.

- 2- 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.

- 3- 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.

- 4- 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.

- 5- 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.

1.9.- CONCLUSIÓN.

El ingeniero que suscribe, estima que los documentos que componen el presente proyecto aportarán el número suficiente de datos para obtener la aprobación de los Organismos Competentes. En cualquier caso, queda a disposición de aquellos, para ampliar o aclarar cuanto estimen oportuno.

El presente proyecto incluye los siguientes documentos:

- DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA.
- DOCUMENTO Nº 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.
- DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES.
- DOCUMENTO Nº 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.
- DOCUMENTO Nº 5: PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.
- DOCUMENTO Nº 6: PRESUPUESTO.
- DOCUMENTO Nº 7: PLANOS.

Cartagena, Febrero de 2014

Ramón Puerta Alguacil

DOCUMENTO Nº 2
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1.- Previsión de cargas por parcela y por CT.

- 2.1.1.- Cálculos justificativos de previsión de potencia.
- 2.1.2.- Previsión de carga de CT 1.
- 2.1.3.- Previsión de carga de CT 2.
- 2.1.4.- Previsión de carga de CT 3.
- 2.1.5.- Previsión de carga de CT 4.
- 2.1.6.- Previsión de carga de CT 5.

2.2.- Línea Subterránea de Baja Tensión.

- 2.2.1.- Cálculo del anillo CT 1-A 1.
 - 2.2.1.1.- Potencias conectadas.
 - 2.2.1.2.- Intensidad.
 - 2.2.1.3.- Caídas de tensión.
 - 2.2.1.4.- Tablas de resultados de cálculos.
- 2.2.2.- Cálculo del anillo CT 1-A 2.
 - 2.2.2.1.- Potencias conectadas.
 - 2.2.2.2.- Intensidad.
 - 2.2.2.3.- Caídas de tensión.
 - 2.2.2.4.- Tablas de resultados de cálculos.
- 2.2.3.- Cálculo del anillo CT 1-A 3.
 - 2.2.3.1.- Potencias conectadas.
 - 2.2.3.2.- Intensidad.
 - 2.2.3.3.- Caídas de tensión.
 - 2.2.3.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.4.- Cálculo del anillo CT 2-A 1.

2.2.4.1.- Potencias conectadas.

2.2.4.2.- Intensidad.

2.2.4.3.- Caídas de tensión.

2.2.4.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.5.- Cálculo del anillo CT 2-A 2.

2.2.5.1.- Potencias conectadas.

2.2.5.2.- Intensidad.

2.2.5.3.- Caídas de tensión.

2.2.5.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.6.- Cálculo del anillo CT 3-A 1.

2.2.6.1.- Potencias conectadas.

2.2.6.2.- Intensidad.

2.2.6.3.- Caídas de tensión.

2.2.6.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.7.- Cálculo del anillo CT 3-A 2.

2.2.7.1.- Potencias conectadas.

2.2.7.2.- Intensidad.

2.2.7.3.- Caídas de tensión.

2.2.7.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.8.- Cálculo del anillo CT 4-A 1.

2.2.8.1.- Potencias conectadas.

2.2.8.2.- Intensidad.

2.2.8.3.- Caídas de tensión.

2.2.8.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.9.- Cálculo del anillo CT 4-A 2.

- 2.2.9.1.- Potencias conectadas.
- 2.2.9.2.- Intensidad.
- 2.2.9.3.- Caídas de tensión.
- 2.2.9.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.10.- Cálculo del anillo CT 5-A 1.

- 2.2.10.1.- Potencias conectadas.
- 2.2.10.2.- Intensidad.
- 2.2.10.3.- Caídas de tensión.
- 2.2.10.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.2.11.- Cálculo del anillo CT 5-A 2.

- 2.2.11.1.- Potencias conectadas.
- 2.2.11.2.- Intensidad.
- 2.2.11.3.- Caídas de tensión.
- 2.2.11.4.- Tablas de resultados de cálculos.

2.3.- Líneas Subterráneas de Media Tensión.

2.3.1.- LSMT (Entronque - Centro de Reparto).

- 2.3.1.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.
- 2.3.1.2.- Criterio de caída de tensión.
- 2.3.1.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.
- 2.3.1.4.- Otras características eléctricas.
- 2.3.1.5.- Resultados de cálculos.
- 2.3.1.6.- 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.

2.3.2.- LSMT (Anillo de Media Tensión).

2.3.2.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.

2.3.2.2.- Criterio de caída de tensión.

2.3.2.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.

2.3.2.4.- Otras características eléctricas.

2.3.2.5.- Resultados de cálculos.

2.3.2.6.- 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.

2.3.3.- LSMT (Centro de Reparto - CT Abonado).

2.3.3.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.

2.3.3.2.- Criterio de caída de tensión.

2.3.3.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.

2.3.3.4.- Otras características eléctricas.

2.3.3.5.- Resultados de cálculos.

2.3.3.6.- 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.

2.4.- Cálculo de Centro de Transformación 400 KVA, tipo PFU (CT 1).

2.4.1.- Intensidad de Media Tensión.

2.4.2.- Intensidad de Baja Tensión.

2.4.3.- Cortocircuitos.

2.4.3.1.- Observaciones.

2.4.3.2.- Cálculo de las Intensidades de cortocircuito.

2.4.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

2.4.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

2.4.4.- Dimensionado del embarrado.

2.4.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.

2.4.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

2.4.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.

2.4.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.4.6.- Dimensionado de los puentes de Media Tensión.

2.4.7.- Dimensionado de la ventilación del CT.

2.4.8.- Dimensionado del pozo apagafuegos.

2.4.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.4.9.1.- Investigación de las características del suelo.

2.4.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

2.4.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

2.4.9.4.- Cálculo de la resistencia de tierra del sistema.

2.4.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

2.4.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

2.4.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.4.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.4.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

2.5.- Cálculo de Centro de Transformación 400 KVA, tipo miniBLOK (CT 2, CT 3, CT 4, CT 5).

2.5.1.- Intensidad de Media Tensión.

2.5.2.- Intensidad de Baja Tensión.

2.5.3.- Cortocircuitos.

2.5.3.1.- Observaciones.

2.5.3.2.- Cálculo de las Intensidades de cortocircuito.

2.5.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

2.5.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

2.5.4.- Dimensionado del embarrado.

2.5.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.

2.5.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

2.5.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.

2.5.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.5.6.- Dimensionado de los puentes de Media Tensión.

2.5.7.- Dimensionado de la ventilación del CT.

2.5.8.- Dimensionado del pozo apagafuegos.

2.5.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.5.9.1.- Investigación de las características del suelo.

2.5.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

2.5.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

2.5.9.4.- Cálculo de la resistencia de tierra del sistema.

2.5.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

2.5.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

2.5.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.5.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.5.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1.- PREVISIÓN DE CARGAS POR PARCELA Y POR CT.

PREVISION DE CARGAS			
PARCELA Nº	NUM. VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	ESCALERAS
1	11	ELEVADA	
2	95	BASICA	9
3	97	BASICA	9
4	20	ELEVADA	
5	24	ELEVADA	
6-A	17	ELEVADA	
6-B	14	ELEVADA	
7	32	ELEVADA	
8	24	ELEVADA	
9	23	ELEVADA	
EQUIPAMIENTO SOCIAL		Previsión de 10 W/m2	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO		Previsión de 5 W/m2	
JARDINES		Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m2.	
ALUMBRADO DE VIALES		DOS CENTROS DE MANDO 20 KW/UD.	

2.1.1.- Cálculos justificativos de previsión de potencia.

POTENCIAS DE VIVIENDAS:

Parcela Nº	Num. Viviendas	Electrificación	Nº escaleras	c.s.	Potencia (KW)
1	11	Elevada	-	11	101,2
2	95	Básica	9	95	546,25
3	97	Básica	9	97	557,75
4	20	Elevada	-	20	184
5	24	Elevada	-	24	220,8
6-A	17	Elevada	-	17	156,4
6-B	14	Elevada	-	14	128,8
7	32	Elevada	-	32	294,4
8	24	Elevada	-	24	220,8
9	23	Elevada	-	23	211,6
					2622

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Parcela Nº	Servicios Generales		Garaje		
	Ascensores (KW)	Alumbrado (KW)	Superf. Reduc. F= 0,8	Garaje 20W/m2	Potencia (KW)
1	-	-	-	-	-
2	9x4,5	9x3,45	3500	70000	70
3	9x4,5	9x3,45	3600	72000	72
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6-A	-	-	-	-	-
6-B	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
	81	62,1			142

POTENCIAS JARDINES:

	Superficie (m2)	100 W cada 30 m2	Nº de Luminarias	Potencia (KW)	P. Descarga (KVA)
1EL	3780	126	126	12,6	22,68
2EL	3516	117,2	118	11,8	21,24
3EL	1792	59,7	60	6,0	10,8
4EL	2050	68,3	69	6,9	12,42
					67,14

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

POTENCIAS DE EQUIPAMIENTO SOCIAL:

	Superficie (m2)	10 (W / m2)	Potencia (KW)
1ES	4351,09	43510,9	43,51

POTENCIAS DE EQUIPAMIENTO EDUCATIVO:

	Superficie (m2)	5 (W / m2)	Potencia (KW)
EE	15194,4	75972	75,97

POTENCIAS ALUMBRADO DE VIALES:

Para la iluminación de viales se prevén dos Centros de Mando de 20 KW cada uno.

Potencia (KW) = **40**

SUMA POTENCIA TOTAL INSTALADA	3133,722	(KW)
--	-----------------	-------------

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

PREVISIÓN DE NÚMERO DE CT's:

Según el Manual Técnico para instalaciones de A.T. y B.T., se aplica un coeficiente de reducción de 0,4 por estar situado en zona urbana.

$$S_{TOTAL DE CT's} = \frac{\sum[P(KW)] * 0,4}{0,9} = \frac{3133,722 * 0,4}{0,9} = 1392,765 (KVA)$$

$$N^{\circ} DE CT's = \frac{S_{TOTAL DE CT's}}{400 * 0,8} = \frac{1392,765}{400 * 0,8} = 4,35 CT's$$

Funcionando al 80%, con lo que se colocarán cinco Centros de Transformación, funcionando a un índice de carga menor del 80%:

5 CT's de 400 KVA

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

2.1.2.- Previsión de carga del CT 1.

PARCELA Nº	CGP Nº	VIVIENDAS – GARAJES – SERVICIOS GEN.	POTENCIA (KW)
Anillo 1			
EE	1.1.1	Equipamiento Educativo	37,985
EE	1.1.2	Equipamiento Educativo	37,985
4EL	1.1.3	Alumbrado de Jardines	12,42
-	1.1.4	Alumbrado de Viales	20
1ES	1.1.5	Equipamiento Social	21,755
1ES	1.1.6	Equipamiento Social	21,755
Anillo 2			
3EL	1.2.1	Alumbrado de Jardines	10,8
9	1.2.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.13	1 Vivienda GE Elevado	9,2
Anillo 3			
8	1.3.1	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
POTENCIA TOTAL INSTALADA (KW)			595,1

$$S_{CT1} = \frac{595,1 * 0,4}{0,9} = 264,488 \text{ (KVA)}$$

Con la Potencia aparente del CT1, se calcula su factor de carga:

$$f_{dc_{CT1}} = \frac{264,488}{400} * 100 = 66 \%$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

2.1.3.- Previsión de carga del CT 2.

PARCELA Nº	CGP Nº	VIVIENDAS – GARAJES – SERVICIOS GEN.	POTENCIA (KW)
Anillo 1			
6-B	2.1.1	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.13	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.14	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.15	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.16	1 Vivienda GE Elevado	9,2
2EL	2.1.17	Alumbrado de Jardines	21,24
Anillo 2			
7	2.2.1	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.13	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.14	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.15	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.16	2 Viviendas GE Elevado	18,4
-	2.2.17	Alumbrado de Viales	20
POTENCIA TOTAL INSTALADA (KW)			620,84

$$S_{CT2} = \frac{620,84 * 0,4}{0,9} = 275,929 \text{ (KVA)}$$

$$f_{dc_{CT2}} = \frac{275,929}{400} * 100 = 68,98 \%$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

2.1.4.- Previsión de carga del CT 3.

PARCELA Nº	CGP Nº	VIVIENDAS – GARAJES – SERVICIOS GEN.	POTENCIA (KW)
Anillo 1			
3	3.1.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
5	3.1.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.13	2 Viviendas GE Elevado	18,4
3	3.1.14	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
Anillo 2			
3	3.2.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
4	3.2.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
3	3.2.12	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
POTENCIA TOTAL INSTALADA (KW)			689,6

$$S_{CT3} = \frac{689,6 * 0,4}{0,9} = 306,48 \text{ (KVA)}$$

Con la Potencia aparente del CT3, se calcula su factor de carga:

$$f_{dc_{CT3}} = \frac{306,48}{400} * 100 = 76,6 \%$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

2.1.5.- Previsión de carga del CT 4.

PARCELA Nº	CGP Nº	VIVIENDAS – GARAJES – SERVICIOS GEN.	POTENCIA (KW)
Anillo 1			
3	4.1.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
3	4.1.2	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
3	4.1.3	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
2	4.1.4	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
2	4.1.5	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
Anillo 2			
2	4.2.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
1	4.2.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
1	4.2.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
1	4.2.4	1 Vivienda GE Elevado	9,2
1	4.2.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
1	4.2.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
1	4.2.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
2	4.2.8	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
2	4.2.9	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
POTENCIA TOTAL INSTALADA (KW)			670,8

$$S_{CT4} = \frac{670,8 * 0,4}{0,9} = 298,13 \text{ (KVA)}$$

Con la Potencia aparente del CT4, se calcula su factor de carga:

$$f_{dc_{CT4}} = \frac{298,13}{400} * 100 = 74,5 \%$$

2.1.6.- Previsión de carga del CT 5.

PARCELA Nº	CGP Nº	VIVIENDAS – GARAJES – SERVICIOS GEN.	POTENCIA (KW)
Anillo 1			
3	5.1.1	GARAJE	72
3	5.1.2	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 10 Viviendas GE Básico (57,5)	65,45
3	5.1.3	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 10 Viviendas GE Básico (57,5)	65,45
2	5.1.4	GARAJE	70
Anillo 2			
2	5.2.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 10 Viviendas GE Básico (57,5)	65,45
1	5.2.2	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
1	5.2.3	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
1	5.2.4	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 10 Viviendas GE Básico (57,5)	65,45
1EL	5.2.5	Alumbrado de Jardines	22,68
POTENCIA TOTAL INSTALADA (KW)			588,88

$$S_{CT5} = \frac{588,88 * 0,4}{0,9} = 261,72 \text{ (KVA)}$$

Con la Potencia aparente del CT5, se calcula su factor de carga:

$$fd_{CT5} = \frac{261,72}{400} * 100 = 65,4 \%$$

2.2.- LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tienen en cuenta los siguientes criterios:

- Criterio de caída de tensión $\rightarrow \Delta U < 5\%$
- Criterio de calentamiento $\rightarrow I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$
 $\rightarrow Fdc < 0,85$

En lo sucesivo, para realizar el cálculo de los anillos, sólo se tendrá en consideración el factor de corrección debido al número de ternas (K_T). Para el resto de factores, las acometidas cumplen con las condiciones de instalación tipo, es decir:

- * Cables enterrados en toda su longitud en una zanja de 0,7 metros de profundidad.
- * Terreno con resistividad de 1,5 k*m/w.
- * Temperatura ambiente del terreno de 25°C.

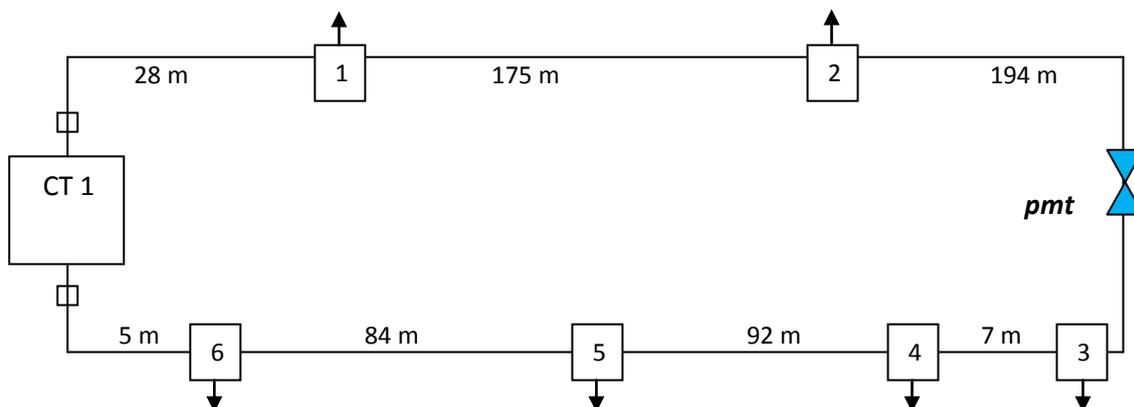
2.2.1.- Cálculo del anillo CT 1-A 1.

2.2.1.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 1</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
EE	1.1.1	Equipamiento Educativo	37,985
EE	1.1.2	Equipamiento Educativo	37,985
4EL	1.1.3	Alumbrado de Jardines	12,42
-	1.1.4	Alumbrado de Viales	20
1ES	1.1.5	Equipamiento Social	21,755
1ES	1.1.6	Equipamiento Social	21,755

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{37,985 * (28 + 203) + 12,42 * 397 + 20 * 404 + 21,755 * (496 + 580)}{151,9} = 297,49 \text{ (m)}$$

2.2.1.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama:

- **RAMA 1:**

$$P_2 = 37,985 \text{ (KW)}$$

$$P_1 = 75,97 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{75,97}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 121,84 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

2 circuitos a 200 (mm) → K = 0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{121,84}{0,88} = 138,45 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA\ 1} = 150\ (mm^2) \rightarrow 260\ (A)$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$260 * 0,88 = 228,8 > 121,84 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA\ 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{121,84}{228,8} = 0,53 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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)						

Seleccionamos el fusible de 160 (A) que protege 285 (m) > 203 (m) \Rightarrow VÁLIDO

- RAMA 2:**

$$P_3 = 12,42\ (KW)$$

$$P_4 = 12,42 + 20 = 32,42\ (KW)$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$P_5 = 12,42 + 20 + 21,755 = 54,175 \text{ (KW)}$$

$$P_6 = 12,42 + 20 + 21,755 + 21,755 = 75,93 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_6}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{75,93}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 121,77 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

2 circuitos a 200 (mm) → K = 0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{121,77}{0,88} = 138,37 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 150 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 260 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$260 * 0,88 = 228,8 > 121,77 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc_2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{121,77}{228,8} = 0,53 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionamos el fusible de 160 (A) que protege 285 (m) > 188 (m) \Rightarrow VÁLIDO

2.2.1.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$K_{150} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,206 + 0,075 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,1514$$

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT1-1	75,972	28	0,322	0,322
1-2	37,986	17	1,006	1,328 <5%
Rama 2				
CT1-6	75,93	5	0,057	0,057
6-5	54,175	84	0,689	0,746
5-4	32,42	92	0,451	1,197
4-3	12,42	7	0,013	1,21 <5%

2.2.1.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 1 de CT 1)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x150+1x95) mm ²
Longitud	585 m
p m t	297,49 m
Rama 1:	
Fusible	gG 160 A
Distancia protegida	285 m > 203 m
% Caída de tensión	1,328 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 160 A
Distancia protegida	285 m > 188 m
% Caída de tensión	1,21 < 5%

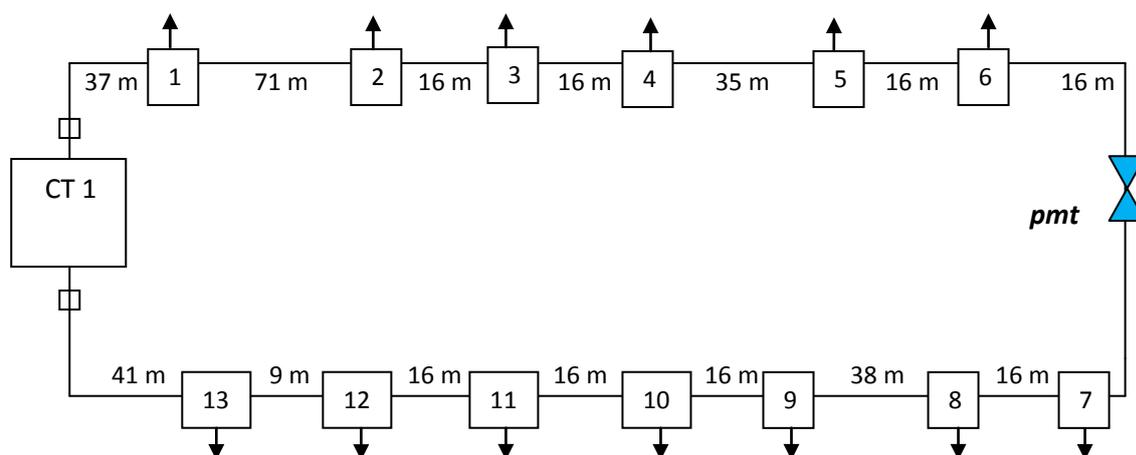
2.2.2.- Cálculo del anillo CT 1-A 2.

2.2.2.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 2</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
3EL	1.2.1	Alumbrado de Jardines	10,8
9	1.2.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
9	1.2.13	1 Vivienda GE Elevado	9,2

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{10,8 * 37 + 18,4 * (108 + 124 + 140 + 175 + 191 + 207 + 223 + 261 + 277 + 293 + 309) + 9,2 * 318}{222,4}$$
$$= 205,90 (m)$$

2.2.2.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad dado por la siguiente tabla (ITC-BT10):

Nº Viviendas (n)	Coefficiente 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

- **RAMA 1:**

$$P_6 = 2 * 9,2 = 18,4 (KW)$$

$$P_5 = 3,8 * 9,2 = 34,96 (KW)$$

$$P_4 = 5,4 * 9,2 = 49,68 (KW)$$

$$P_3 = 7 * 9,2 = 64,4 (KW)$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$P_2 = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

$$P_1 = 78,2 + 10,8 = 89 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{89}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 142,73 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS)

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{142,73}{1} = 142,73 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 150 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 260 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$260 * 1 = 260 > 142,73 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{142,73}{260} = 0,55 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾					

Seleccionamos el fusible de 160 (A) que protege 285 (m) > 191 (m) \Rightarrow VÁLIDO

- **RAMA 2:**

$$P_7 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_8 = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_9 = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_{10} = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{11} = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

$$P_{12} = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ (KW)}$$

$$P_{13} = 10,6 * 9,2 = 97,52 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_{13}}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{97,52}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 156,39 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{156,39}{1} = 156,39 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 150 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 260 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$260 * 1 = 260 > 156,39 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{156,39}{260} = 0,60 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionamos el fusible de 200 (A) que protege 215 (m) > 152 (m) ⇒ VÁLIDO

2.2.2.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{150} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,206 + 0,075 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,1514$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT1-1	89	37	0,498	0,498
1-2	78,2	71	0,841	1,339
2-3	64,4	16	0,156	1,459
3-4	49,68	16	0,12	1,615
4-5	34,96	35	0,185	1,8
5-6	18,4	16	0,044	1,844 <5%
Rama 2				
CT1-13	97,52	41	0,605	0,605
13-12	91,08	9	0,124	0,729
12-11	78,2	16	0,189	0,918
11-10	64,4	16	0,156	1,074
10-9	49,68	16	0,12	1,194
9-8	34,96	38	0,201	1,395
8-7	18,4	16	0,044	1,439 <5%

2.2.2.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 2 de CT 1)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x150+1x95) mm ²
Longitud	359 m
p m t	297,49 m
Rama 1:	
Fusible	gG 160 A
Distancia protegida	285 m > 191 m
% Caída de tensión	1,844 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 200 A
Distancia protegida	215 m > 152 m
% Caída de tensión	1,439 < 5%

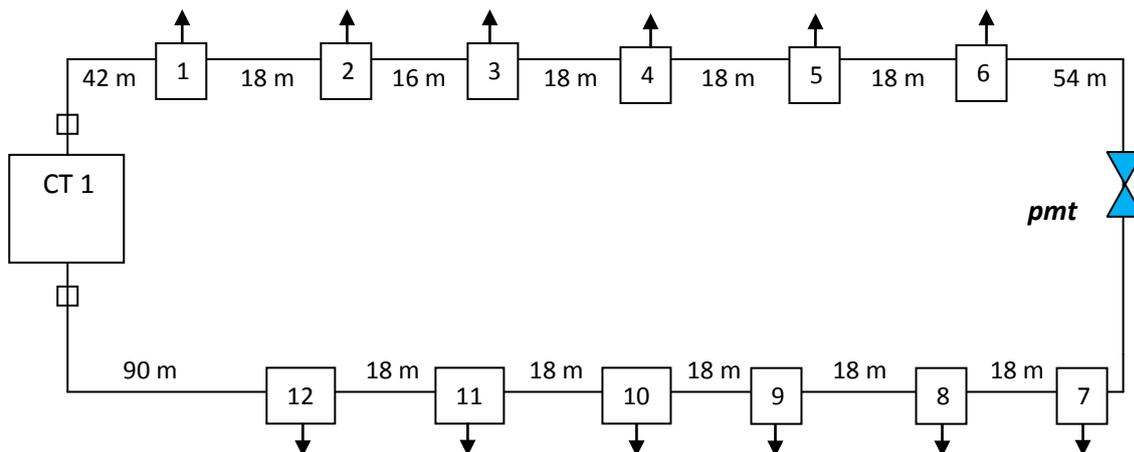
2.2.3.- Cálculo del anillo CT 1-A 3.

2.2.3.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 3</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
8	1.3.1	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
8	1.3.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{18,4 * (42 + 60 + 78 + 96 + 114 + 132 + 186 + 204 + 222 + 240 + 258 + 276)}{220,8} = 159 \text{ (m)}$$

2.2.3.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad, dado por la siguiente tabla extraída de la ITC-BT10:

Nº Viviendas (n)	Coefficiente 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

- **RAMA 1:**

$$P_6 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_5 = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_4 = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_3 = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_2 = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$P_1 = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{91,08}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 146,07 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{146,07}{1} = 146,07 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 150 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 260 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$260 * 1 = 260 > 146,07 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{146,07}{260} = 0,56 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾					

Seleccionamos el fusible de 160 (A) que protege 285 (m) > 132 (m) \Rightarrow VÁLIDO

- RAMA 2:

$$P_7 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_8 = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_9 = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_{10} = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{11} = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

$$P_{12} = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_{12}}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{97,52}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 146,07 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{146,07}{1} = 146,07 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 150 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 260 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$260 * 1 = 260 > 146,07 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{146,07}{260} = 0,56 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionamos el fusible de 160 (A) que protege 285 (m) > 180 (m) ⇒ VÁLIDO

2.2.3.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{150} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,206 + 0,075 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,1514$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT1-1	91,08	42	0,579	0,579
1-2	78,2	18	0,213	0,792
2-3	64,4	18	0,175	0,967
3-4	49,68	18	0,135	1,102
4-5	34,96	18	0,095	1,197
5-6	18,4	18	0,05	1,247 <5%
Rama 2				
CT1-12	91,08	90	1,241	1,241
12-11	78,2	18	0,213	1,454
11-10	64,4	18	0,175	1,629
10-9	49,68	18	0,135	1,764
9-8	34,96	18	0,095	1,859
8-7	18,4	18	0,05	1,909 <5%

2.2.3.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 3 de CT 1)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x150+1x95) mm ²
Longitud	366 m
p m t	159 m
Rama 1:	
Fusible	gG 160 A
Distancia protegida	285 m > 132 m
% Caída de tensión	1,247 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 160 A
Distancia protegida	285 m > 180 m
% Caída de tensión	1,909 < 5%

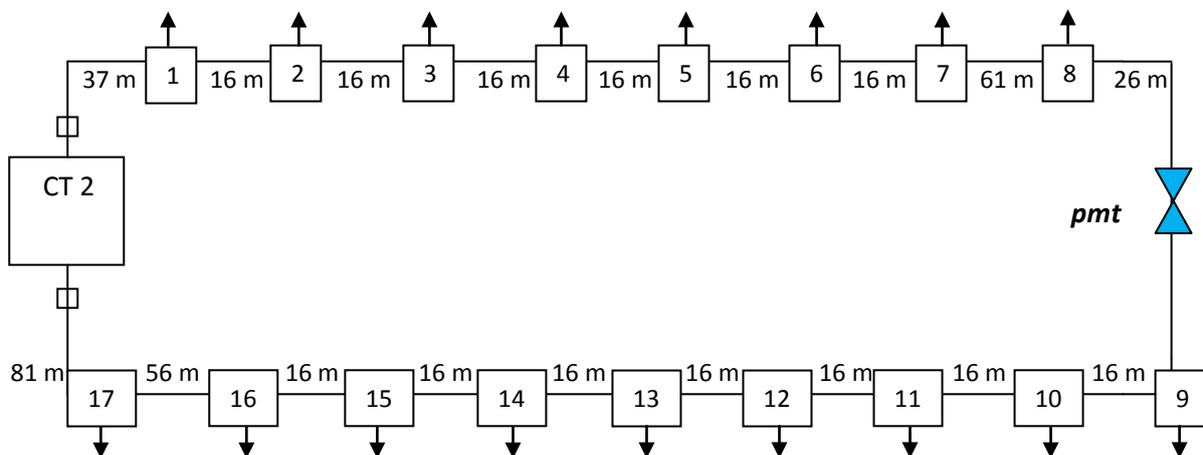
2.2.4.- Cálculo del anillo CT 2-A 1.

2.2.4.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 1</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
6-B	2.1.1	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-B	2.1.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.13	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.14	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.15	2 Viviendas GE Elevado	18,4
6-A	2.1.16	1 Vivienda GE Elevado	9,2
2EL	2.1.17	Alumbrado de Jardines	21,24

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{18,4 * (37 + 53 + 69 + 85 + 101 + 117 + 133 + 220 + 236 + 252 + 268 + 284 + 300 + 316 + 332) + 9,2 * 194 + 21,24 * 388}{306,44}$$

$$= 201,02 \text{ (m)}$$

2.2.4.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad dado por la siguiente tabla (ITC-BT10):

Nº Viviendas (n)	Coefficiente 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

- **RAMA 1:**

$$P_8 = 9,2 \text{ (KW)}$$

$$P_7 = 3 * 9,2 = 27,6 \text{ (KW)}$$

$$P_6 = 4,6 * 9,2 = 42,32 \text{ (KW)}$$

$$P_5 = 6,2 * 9,2 = 57,04 \text{ (KW)}$$

$$P_4 = 7,8 * 9,2 = 71,76 \text{ (KW)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$P_3 = 9,2 * 9,2 = 84,64 \text{ (KW)}$$

$$P_2 = 10,6 * 9,2 = 97,52 \text{ (KW)}$$

$$P_1 = 11,9 * 9,2 = 109,48 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{109,48}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 175,58 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS)

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{175,58}{1} = 175,58 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):

CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 1 = 340 > 175,58 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{175,58}{340} = 0,52 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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)						

Seleccionamos el fusible de 200 (A) que protege 345 (m) > 194 (m) \Rightarrow VÁLIDO

- RAMA 2:

$$P_9 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{10} = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_{11} = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_{12} = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{13} = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

$$P_{14} = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ (KW)}$$

$$P_{15} = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ (KW)}$$

$$P_{16} = 12,5 * 9,2 = 115 \text{ (KW)}$$

$$P_{17} = P_{16} + 21,24 = 136,24 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_{17}}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{136,24}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 218,49 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{218,49}{1} = 218,49 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A
Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al
Cables en triángulo en contacto

Sección mm ²	Directamente soterrados (1)	En tubular soterrada (2)	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 1 = 340 > 218,49 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{218,49}{340} = 0,64 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionamos el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 249 (m) ⇒ VÁLIDO

2.2.4.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{240} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,125 + 0,070 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,0993$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT2-1	109,48	37	0,402	0,402
1-2	97,52	16	0,155	0,557
2-3	84,64	16	0,134	0,691
3-4	71,76	16	0,114	0,805
4-5	57,04	16	0,091	0,896
5-6	42,32	16	0,067	0,963
6-7	27,6	16	0,044	1,007
7-8	9,2	61	0,056	1,063 <5%
Rama 2				
CT2-17	136,24	81	1,096	1,096
17-16	115	56	0,639	1,735
16-15	103,96	16	0,165	1,9
15-14	91,08	16	0,145	2,045
14-13	78,2	16	0,124	2,169
13-12	64,4	16	0,102	2,271
12-11	49,68	16	0,079	2,35
11-10	34,96	16	0,055	2,405
10-9	18,4	16	0,029	2,434 <5%

2.2.4.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 1 de CT 2)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x240+1x150) mm ²
Longitud	469 m
p m t	201,02 m
Rama 1:	
Fusible	gG 200 A
Distancia protegida	345 m > 194 m
% Caída de tensión	1,063 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 249 m
% Caída de tensión	2,434 < 5%

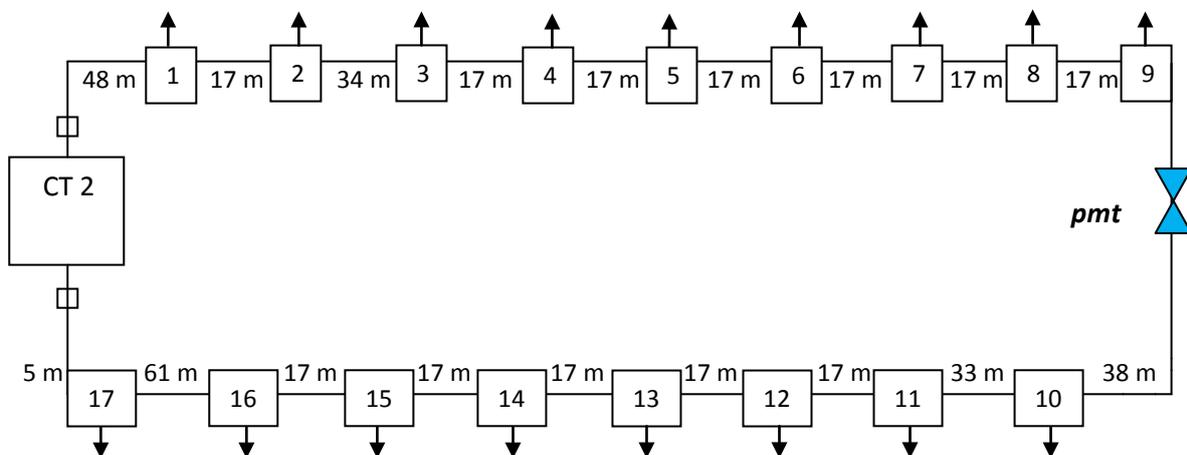
2.2.5.- Cálculo del anillo CT 2-A 2.

2.2.5.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 3</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
7	2.2.1	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.13	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.14	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.15	2 Viviendas GE Elevado	18,4
7	2.2.16	2 Viviendas GE Elevado	18,4
-	2.2.17	Alumbrado de Viales	20

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{18,4 * (48 + 65 + 99 + 116 + 133 + 150 + 167 + 184 + 201 + 239 + 272 + 289 + 306 + 323 + 340 + 357) + 20 * 418}{314,4}$$

$$= 219,07 (m)$$

2.2.5.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad, dado por la siguiente tabla extraída de la ITC-BT10:

Nº Viviendas (n)	Coefficiente 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

- **RAMA 1:**

$$P_9 = 2 * 9,2 = 18,4 (KW)$$

$$P_8 = 3,8 * 9,2 = 34,96 (KW)$$

$$P_7 = 5,4 * 9,2 = 49,68 (KW)$$

$$P_6 = 7 * 9,2 = 64,4 (KW)$$

$$P_5 = 8,5 * 9,2 = 78,2 (KW)$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$P_4 = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ (KW)}$$

$$P_3 = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ (KW)}$$

$$P_2 = 12,5 * 9,2 = 115 \text{ (KW)}$$

$$P_1 = 13,7 * 9,2 = 126,04 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{126,04}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 202,14 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS)

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{202,14}{1} = 202,14 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 1 = 340 > 202,14 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{202,14}{340} = 0,59 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionamos el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 201 (m) \Rightarrow VÁLIDO

- RAMA 2:

$$P_{10} = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{11} = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_{12} = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_{13} = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{14} = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

$$P_{15} = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ (KW)}$$

$$P_{16} = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ (KW)}$$

$$P_{17} = P_{16} + 20 = 123,96 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_{17}}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{123,96}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 198,80 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{198,80}{1} = 198,80 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A
Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al
Cables en triángulo en contacto

Sección mm ²	Directamente soterrados (1)	En tubular soterrada (2)	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 1 = 340 > 198,80 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{198,80}{340} = 0,58 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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)						

Aunque también sería válido el fusible de 200 (A), se opta por tener un margen de intensidades mayor:

Seleccionamos el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 184 (m) ⇒ VÁLIDO

2.2.5.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$P = \text{Potencia (KW)}$

$L = \text{Longitud (Km)}$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{240} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,125 + 0,070 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,0993$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT2-1	126,04	48	0,601	0,601
1-2	115	17	0,194	0,795
2-3	103,96	34	0,351	1,146
3-4	91,08	17	0,154	1,3
4-5	78,2	17	0,132	1,432
5-6	64,4	17	0,109	1,541
6-7	49,68	17	0,084	1,625
7-8	34,96	17	0,059	1,684
8-9	18,4	17	0,031	1,715 <5%
Rama 2				
CT2-17	123,96	5	0,062	0,062
17-16	103,96	61	0,630	0,692
16-15	91,08	17	0,154	0,846
15-14	78,2	17	0,132	0,978
14-13	64,4	17	0,109	1,087
13-12	49,68	17	0,084	1,171
12-11	34,96	17	0,059	1,23
11-10	18,4	33	0,060	1,29 <5%

2.2.5.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 2 de CT 2)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x240+1x150) mm ²
Longitud	423 m
p m t	219,07 m
Rama 1:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 201 m
% Caída de tensión	1,715 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 184 m
% Caída de tensión	1,290 < 5%

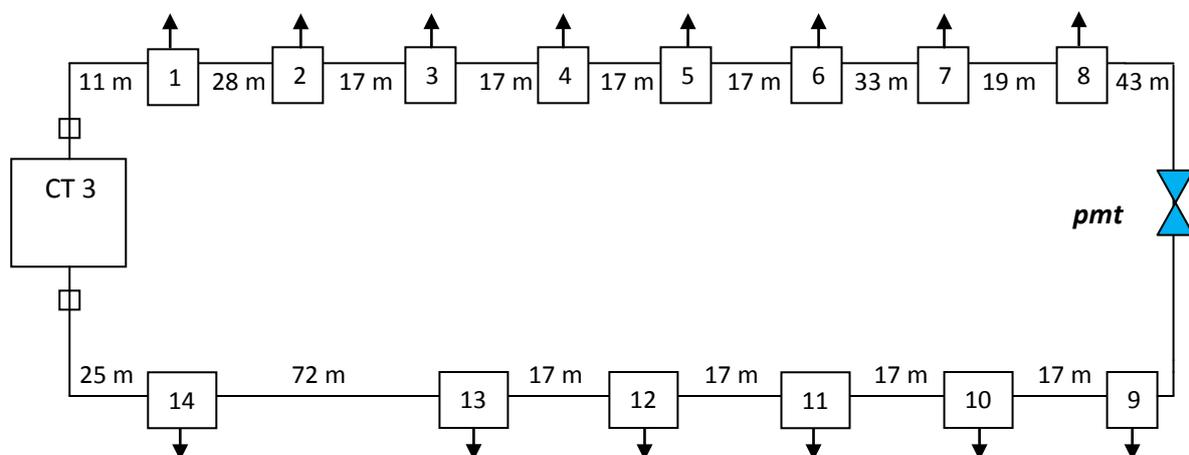
2.2.6.- Cálculo del anillo CT 3-A 1.

2.2.6.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 1</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
3	3.1.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
5	3.1.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.12	2 Viviendas GE Elevado	18,4
5	3.1.13	2 Viviendas GE Elevado	18,4
3	3.1.14	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{71,2 * 11 + 18,4 * (39 + 56 + 73 + 90 + 107 + 140 + 159 + 202 + 219 + 236 + 253 + 270) + 71,2 * 342}{363,2}$$

$$= 162,62 \text{ (m)}$$

2.2.6.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad dado por la siguiente tabla (ITC-BT10):

Nº Viviendas (n)	Coefficiente 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

- **RAMA 1:**

$$P_8 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_7 = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_6 = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_5 = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_4 = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$P_3 = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ (KW)}$$

$$P_2 = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ (KW)}$$

$$P_1 = 17,3 * P_m = (17,3 * 7,682) + (3,45 + 4,5) = 140,848 \text{ (KW)}$$

$$P_m = \frac{11 * 5,75 + 14 * 9,2}{25} = 7,682 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{140,848}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 225,88 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{225,88}{1} = 225,88 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 1 = 340 > 225,88 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{225,88}{340} = 0,66 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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)					

Seleccionando el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 159 (m) \Rightarrow VÁLIDO

- RAMA 2:

$$P_9 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{10} = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_{11} = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_{12} = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{13} = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

$$P_{14} = 15,3 * P_m = (15,3 * 7,393) + (3,45 + 4,5) = 121,06 \text{ (KW)}$$

$$P_m = \frac{11 * 5,75 + 10 * 9,2}{21} = 7,393 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_{14}}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{121,06}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 194,15 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{194,15}{1} = 194,15 (A)$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 240 (mm^2) \rightarrow 340 (A)$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 1 = 340 > 194,15 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{194,15}{340} = 0,57 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionando el fusible de 200 (A) que protege 345 (m) > 165 (m) ⇒ VÁLIDO

2.2.6.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{240} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,125 + 0,070 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,0993$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT3-1	140,848	11	0,154	0,154
1-2	103,96	28	0,289	0,443
2-3	91,08	17	0,154	0,597
3-4	78,2	17	0,132	0,729
4-5	64,4	17	0,109	0,838
5-6	49,68	17	0,084	0,922
6-7	34,96	33	0,115	1,037
7-8	18,4	19	0,035	1,072 <5%
Rama 2				
CT3-14	121,06	25	0,300	0,300
14-13	78,2	72	0,559	0,859
13-12	64,4	17	0,109	0,968
12-11	49,68	17	0,084	1,052
11-10	34,96	17	0,059	1,111
10-9	18,4	17	0,031	1,142 <5%

2.2.6.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 1 de CT 3)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x240+1x150) mm ²
Longitud	367 m
p m t	162,62 m
Rama 1:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 159 m
% Caída de tensión	1,072 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 200 A
Distancia protegida	345 m > 165 m
% Caída de tensión	1,142 < 5%

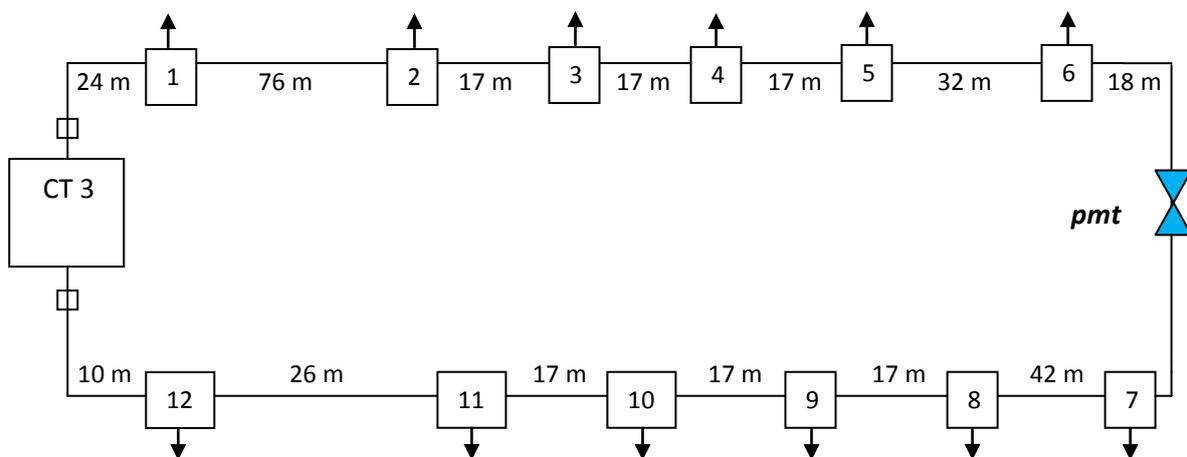
2.2.7.- Cálculo del anillo CT 3-A 2.

2.2.7.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 2</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
3	3.2.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
4	3.2.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.4	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.8	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.9	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.10	2 Viviendas GE Elevado	18,4
4	3.2.11	2 Viviendas GE Elevado	18,4
3	3.2.12	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{71,2 * 24 + 18,4 * (100 + 117 + 134 + 151 + 183 + 201 + 243 + 260 + 277 + 294) + 71,2 * 320}{326,4}$$

$$= 185,53 \text{ (m)}$$

2.2.7.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad dado por la siguiente tabla (ITC-BT10):

Nº Viviendas (n)	Coefficiente 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

- **RAMA 1:**

$$P_6 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_5 = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_4 = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_3 = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_2 = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$P_1 = 15,3 * P_m = (15,3 * 7,393) + (3,45 + 4,5) = 121,06 \text{ (KW)}$$

$$P_m = \frac{11 * 5,75 + 10 * 9,2}{21} = 7,393 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{121,06}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 194,15 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS)

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{194,15}{1} = 194,15 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 150 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 260 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$260 * 1 = 260 > 194,15 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{194,15}{260} = 0,75 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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)					

Seleccionando el fusible de 200 (A) que protege 215 (m) > 183 (m) \Rightarrow VÁLIDO

- RAMA 2:

$$P_7 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_8 = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_9 = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_{10} = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ (KW)}$$

$$P_{11} = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ (KW)}$$

$$P_{12} = 15,3 * P_m = (15,3 * 7,393) + (3,45 + 4,5) = 121,06 \text{ (KW)}$$

$$P_m = \frac{11 * 5,75 + 10 * 9,2}{21} = 7,393 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_{12}}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{121,06}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 194,15 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{194,15}{1} = 194,15 (A)$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 150 (mm^2) \rightarrow 260 (A)$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$260 * 1 = 260 > 194,15 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{194,15}{260} = 0,75 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionando el fusible de 200 (A) que protege 215 (m) > 129 (m) ⇒ VÁLIDO

2.2.7.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{150} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,206 + 0,075 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,1514$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT3-1	121,06	24	0,440	0,440
1-2	78,2	76	0,899	1,339
2-3	64,4	17	0,166	1,505
3-4	49,68	17	0,128	1,633
4-5	34,96	17	0,090	1,723
5-6	18,4	32	0,089	1,812 <5%
Rama 2				
CT3-12	121,06	10	0,183	0,183
12-11	78,2	26	0,308	0,491
11-10	64,4	17	0,166	0,657
10-9	49,68	17	0,128	0,785
9-8	34,96	17	0,090	0,875
8-7	18,4	42	0,117	0,992 <5%

2.2.7.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 2 de CT 3)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x150+1x95) mm ²
Longitud	330 m
p m t	185,53 m
Rama 1:	
Fusible	gG 200 A
Distancia protegida	215 m > 183 m
% Caída de tensión	1,812 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 200 A
Distancia protegida	215 m > 129 m
% Caída de tensión	0,992 < 5%

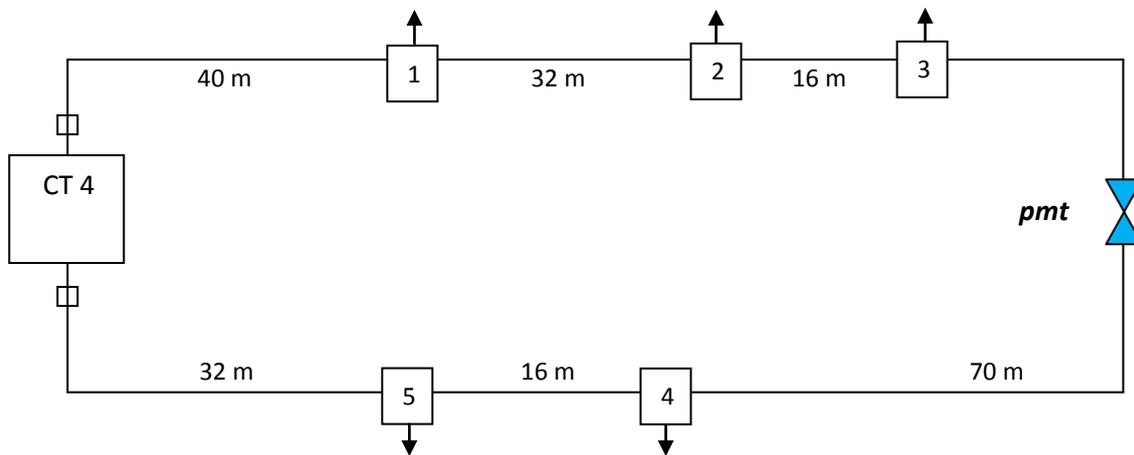
2.2.8.- Cálculo del anillo CT 4-A 1.

2.2.8.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 1</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
3	4.1.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
3	4.1.2	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
3	4.1.3	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
2	4.1.4	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
2	4.1.5	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{71,2 * (40 + 72 + 88 + 158 + 174) + 71,2 * 320}{356} = 106,4 (m)$$

2.2.8.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad dado por la siguiente tabla (ITC-BT10):

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

- RAMA 1:

$$P_3 = (9,2 * 5,75) + (3,45 + 4,5) = 60,85 (KW)$$

$$P_2 = (15,8 * 5,75) + 2 * (3,45 + 4,5) = 106,75 (KW)$$

$$P_1 = (21,3 * 5,75) + 3 * (3,45 + 4,5) = 146,325 (KW)$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{146,325}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 234,668 (A)$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

2 circuitos separados 200 mm $\rightarrow K = 0,88$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{234,668}{0,88} = 266,668 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 0,88 = 299,2 > 234,668 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{234,668}{299,2} = 0,78 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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)					

Seleccionando el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 88 (m) ⇒ VÁLIDO

- RAMA 2:**

$$P_4 = (9,2 * 5,75) + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ (KW)}$$

$$P_5 = (15,8 * 5,75) + 2 * (3,45 + 4,5) = 106,75 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_5}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{106,75}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 171,20 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

2 circuitos separados 200 mm → K = 0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{171,20}{0,88} = 194,54 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA\ 2} = 240\ (mm^2) \rightarrow 340\ (A)$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 0,88 = 299,2 > 171,20 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA\ 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{171,20}{299,2} = 0,57 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾					

Seleccionando el fusible de 200 (A) que protege 345 (m) > 48 (m) \Rightarrow VÁLIDO

2.2.8.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{240} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,125 + 0,070 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,0993$$

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT4-1	146,325	40	0,581	0,581
1-2	106,75	32	0,339	0,920
2-3	60,85	16	0,097	1,017 <5%
Rama 2				
CT4-5	106,75	32	0,339	0,339
5-4	60,85	16	0,097	0,436 <5%

2.2.8.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 1 de CT 4)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x240+1x150) mm ²
Longitud	206 m
p m t	106,4 m
Rama 1:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 88 m
% Caída de tensión	1,017 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 200 A
Distancia protegida	345 m > 48 m
% Caída de tensión	0,436 < 5%

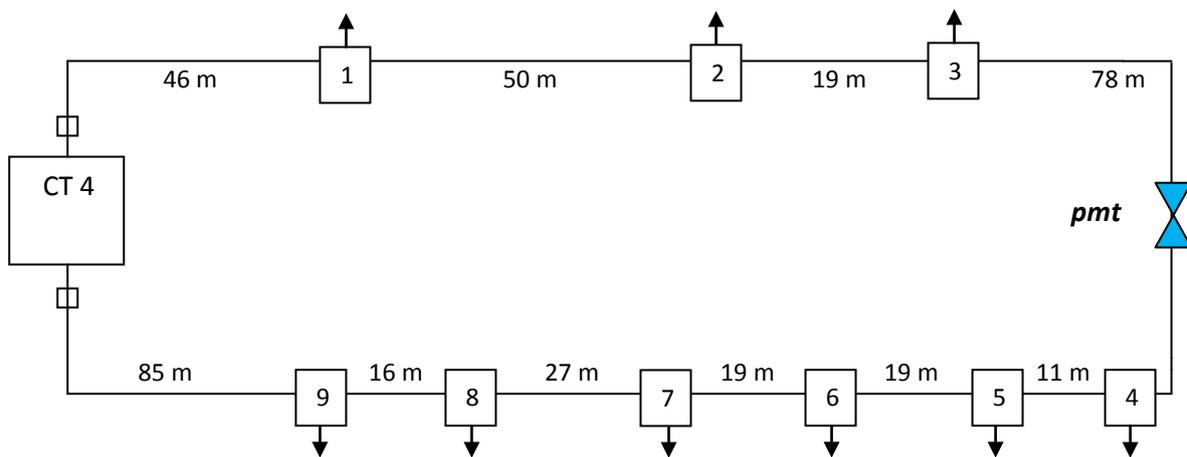
2.2.9.- Cálculo del anillo CT 4-A 2.

2.2.9.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

Anillo 2			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
2	4.2.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
1	4.2.2	2 Viviendas GE Elevado	18,4
1	4.2.3	2 Viviendas GE Elevado	18,4
1	4.2.4	1 Vivienda GE Elevado	9,2
1	4.2.5	2 Viviendas GE Elevado	18,4
1	4.2.6	2 Viviendas GE Elevado	18,4
1	4.2.7	2 Viviendas GE Elevado	18,4
2	4.2.8	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
2	4.2.9	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{71,2 * 46 + 18,4 * (96 + 115 + 204 + 223 + 242) + 9,2 * 193 + 71,2 * (269 + 285)}{314,8}$$

$$= 192,78 (m)$$

2.2.9.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad dado por la siguiente tabla (ITC-BT10):

Nº Viviendas (n)	Coefficiente 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

- RAMA 1:**

$$P_4 = 2 * 9,2 = 18,4 (KW)$$

$$P_3 = 3 * 9,2 = 27,6 (KW)$$

$$P_2 = 4,6 * 9,2 = 42,32 (KW)$$

$$P_1 = 12,5 * P_m = (12,5 * 6,828) + (3,45 + 4,5) = 93,3 (KW)$$

$$P_m = \frac{11 * 5,75 + 5 * 9,2}{16} = 6,828 (KW)$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{93,3}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 149,63 (A)$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{149,63}{1} = 149,63 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):

CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 1 = 340 > 149,63 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{149,63}{340} = 0,44 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionando el fusible de 160 (A) que protege 455 (m) > 193 (m) ⇒ VÁLIDO

- RAMA 2:

$$P_5 = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ (KW)}$$

$$P_6 = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ (KW)}$$

$$P_7 = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ (KW)}$$

$$P_8 = cs * P_{m8} = (13,1 * 6,967) + (3,45 + 4,5) = 99,22 \text{ (KW)}$$

$$P_{m8} = \frac{11 * 5,75 + 6 * 9,2}{17} = 6,967 \text{ (KW)}$$

$$P_9 = cs * P_{m9} = (18,8 * 6,489) + 2 * (3,45 + 4,5) = 137,89 \text{ (KW)}$$

$$P_{m9} = \frac{22 * 5,75 + 6 * 9,2}{28} = 6,489 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_9}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{137,89}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 221,14 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

$$1 \text{ circuito} \rightarrow K = 1$$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{221,14}{1} = 221,14 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 1 = 340 > 221,14 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{221,14}{340} = 0,65 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionando el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 166 (m) ⇒ VÁLIDO

2.2.9.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{240} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,125 + 0,070 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,0993$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT4-1	93,3	46	0,426	0,426
1-2	42,32	50	0,210	0,636
2-3	27,6	19	0,052	0,688
3-4	18,4	78	0,142	0,830 <5%
Rama 2				
CT4-9	137,89	85	1,164	1,164
9-8	99,22	16	0,158	1,322
8-7	49,68	27	0,133	1,455
7-6	34,96	19	0,066	1,521
6-5	18,4	19	0,035	1,556 <5%

2.2.9.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 2 de CT 4)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x240+1x150) mm ²
Longitud	370 m
p m t	192,78 m
Rama 1:	
Fusible	gG 160 A
Distancia protegida	455 m > 193 m
% Caída de tensión	0,830 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 166 m
% Caída de tensión	1,556 < 5%

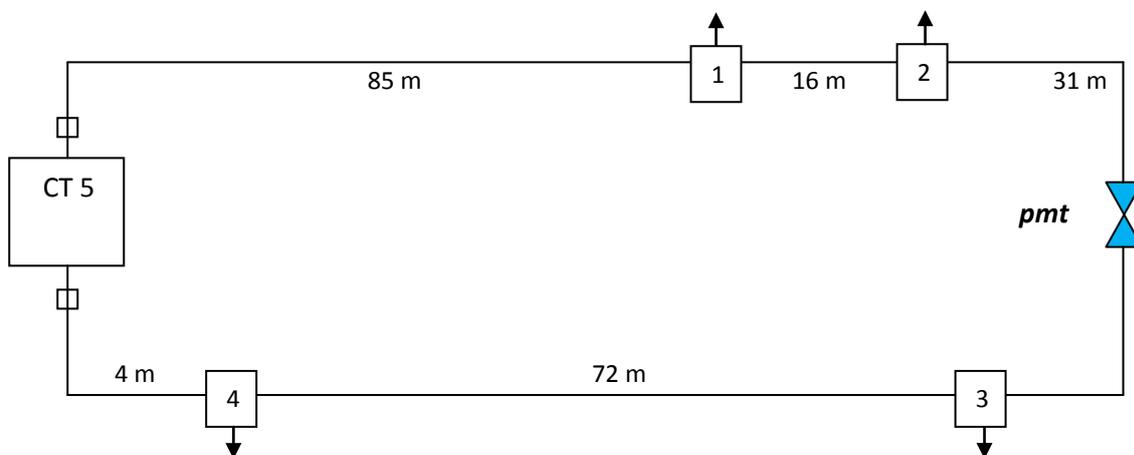
2.2.10.- Cálculo del anillo CT 5-A 1.

2.2.10.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 1</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
3	5.1.1	GARAJE	72
3	5.1.2	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 10 Viviendas GE Básico (57,5)	65,45
3	5.1.3	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 10 Viviendas GE Básico (57,5)	65,45
2	5.1.4	GARAJE	70

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{72 * 85 + 65,45 * (101 + 132) + 70 * 204}{272,9} = 130,63 (m)$$

2.2.10.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad dado por la siguiente tabla (ITC-BT10):

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

- **RAMA 1:**

$$P_2 = (8,5 * 5,75) + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ (KW)}$$

$$P_1 = P_2 + 72 = 128,825 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA\ 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{128,825}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 206,60 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	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	-	-

2 circuitos separados 200 mm $\rightarrow K = 0,88$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{234,668}{0,88} = 266,668 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 0,88 = 299,2 > 206,60 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{206,60}{299,2} = 0,69 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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)					

Seleccionando el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 101 (m) ⇒ VÁLIDO

- RAMA 2:**

$$P_3 = (8,5 * 5,75) + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ (KW)}$$

$$P_4 = P_3 + 70 = 126,825 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_4}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{126,825}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 203,39 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

2 circuitos separados 200 mm → K = 0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{203,39}{0,88} = 231,125 \text{ (A)}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA\ 2} = 240\ (mm^2) \rightarrow 340\ (A)$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 0,88 = 299,2 > 203,39 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc2} = \frac{I_{RAMA\ 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{203,39}{299,2} = 0,68 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾						

Seleccionando el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 76 (m) \Rightarrow VÁLIDO

2.2.10.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

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

$$K_{240} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,125 + 0,070 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,0993$$

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT5-1	128,825	85	1,087	1,087
1-2	56,825	16	0,090	1,177 <5%
Rama 2				
CT5-4	126,825	4	0,050	0,050
4-3	56,825	72	0,406	0,456 <5%

2.2.10.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 1 de CT 5)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x240+1x150) mm ²
Longitud	208 m
p m t	130,63 m
Rama 1:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 101 m
% Caída de tensión	1,177 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 76 m
% Caída de tensión	0,456 < 5%

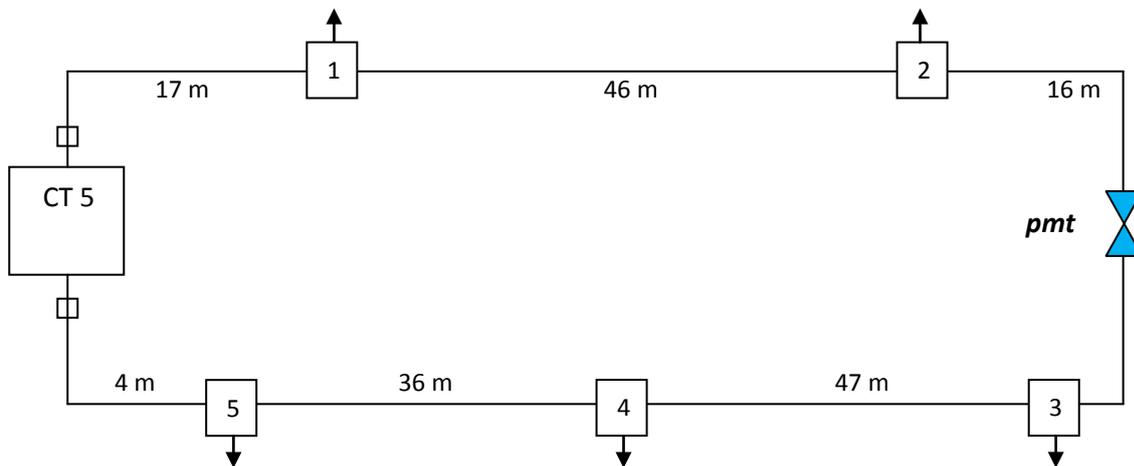
2.2.11.- Cálculo del anillo CT 5-A 2.

2.2.11.1.- Potencias conectadas.

Este anillo alimenta las siguientes CGP's:

<i>Anillo 2</i>			
PARCELA Nº	CGP Nº	ZONA	POTENCIA (KW)
2	5.2.1	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 10 Viviendas GE Básico (57,5)	65,45
1	5.2.2	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
1	5.2.3	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 11 Viviendas GE Básico (63,25)	71,2
1	5.2.4	SERV.GEN. (4,5+3,45) + 10 Viviendas GE Básico (57,5)	65,45
1EL	5.2.5	Alumbrado de Jardines	22,68

Quedaría representado de la siguiente forma:



Cálculo del punto de mínima tensión:

$$l_x = \frac{\sum(P * l)}{\sum P}$$

$$l_x = \frac{65,45 * 17 + 71,2 * (63 + 79) + 65,45 * 126 + 22,68 * 162}{295,98} = 78,19 (m)$$

2.2.11.2.- Intensidad.

Sacamos las potencias de cada Rama, aplicando el coeficiente de simultaneidad dado por la siguiente tabla (ITC-BT10):

Nº Viviendas (n)	Coefficiente 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

- RAMA 1:

$$P_2 = (9,2 * 5,75) + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ (KW)}$$

$$P_1 = (15,3 * 5,75) + 2 * (3,45 + 4,5) = 103,875 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{103,875}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 166,59 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

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	-	-

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

2 circuitos separados 200 mm $\rightarrow K = 0,88$

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 1}}{K} = \frac{166,59}{0,88} = 189,31 (A)$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A
Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al
Cables en triángulo en contacto

Sección mm ²	Directamente soterrados (1)	En tubular soterrada (2)	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 1} = 240 (mm^2) \rightarrow 340 (A)$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 0,88 = 299,2 > 166,59 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc1} = \frac{I_{RAMA 1}}{I_{COND} * K_T} = \frac{166,59}{299,2} = 0,56 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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)						

Seleccionando el fusible de 200 (A) que protege 345 (m) $>$ 63 (m) \Rightarrow VÁLIDO

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- RAMA 2:**

$$P_3 = (9,2 * 5,75) + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ (KW)}$$

$$P_4 = (15,3 * 5,75) + 2 * (3,45 + 4,5) = 103,875 \text{ (KW)}$$

$$P_5 = P_4 + 22,68 = 126,555 \text{ (KW)}$$

$$I_{RAMA 2} = \frac{P_5}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{126,555}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,9} = 202,96 \text{ (A)}$$

Tomando los siguientes factores de corrección debido al agrupamiento de cables:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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	-	-

2 circuitos separados 200 mm → K = 0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{RAMA 2}}{K} = \frac{202,96}{0,88} = 230,636 \text{ (A)}$$

Con la Intensidad de tablas, seleccionamos la sección adecuada en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

$$S_{RAMA 2} = 240 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow 340 \text{ (A)}$$

Comprobamos por el Criterio de calentamiento:

$$I_{COND} * K_T > I_{DISEÑO}$$

$$340 * 0,88 = 299,2 > 202,96 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

$$f_{dc_2} = \frac{I_{RAMA 2}}{I_{COND} * K_T} = \frac{202,96}{299,2} = 0,68 < 0,85 \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

Selección del fusible, en función de la intensidad y distancia a proteger:

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⁾					

Seleccionando el fusible de 250 (A) que protege 260 (m) > 87 (m) \Rightarrow VÁLIDO

2.2.11.3.- Caídas de tensión.

Las caídas de tensión se calculan con la siguiente expresión:

$$\Delta U (\%) = P * L * K$$

Siendo:

$$P = \text{Potencia (KW)}$$

$$L = \text{Longitud (Km)}$$

$$K = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2}$$

Sustituyendo los valores del cable seleccionado:

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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

$$K_{240} = \frac{(R + X * \tan \varphi)}{10 * U^2} = \frac{(0,125 + 0,070 * \tan 25,84^\circ)}{10 * 0,4^2} = 0,0993$$

Obteniéndose las siguientes caídas de tensión en este anillo:

TRAMO	P (Kw)	L (m)	% AU	% AU acumulada
Rama 1				
CT5-1	103,875	17	0,175	0,175
1-2	60,85	46	0,278	0,453 <5%
Rama 2				
CT5-5	126,555	4	0,050	0,050
5-4	103,875	36	0,371	0,421
4-3	60,85	47	0,284	0,705 <5%

2.2.11.4.- Tablas de resultados de cálculos.

LSBT (Anillo 2 de CT 5)	
Tipo de conductor	AL XZ1(S) 0,6/1 KV (3x240+1x150) mm ²
Longitud	166 m
p m t	78,19 m
Rama 1:	
Fusible	gG 200 A
Distancia protegida	345 m > 63 m
% Caída de tensión	0,453 < 5%
Rama 2:	
Fusible	gG 250 A
Distancia protegida	260 m > 87 m
% Caída de tensión	0,705 < 5%

2.3.- LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.

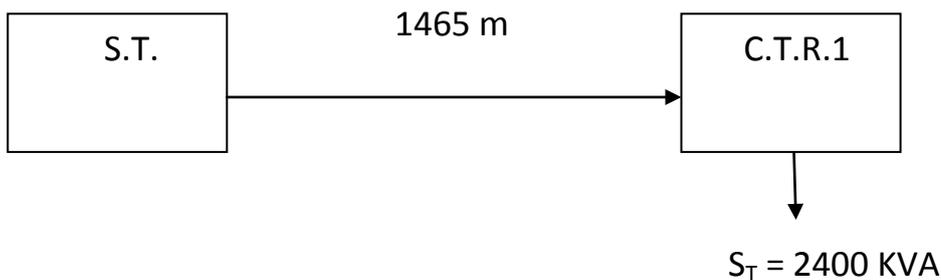
Se procede al cálculo de las tres Líneas Subterráneas de Media Tensión que constituyen el Polígono Residencial del que es objeto este proyecto.

2.3.1.- LSMT (Entronque - Centro de Reparto).

La longitud de la línea será de 465 metros, aunque para los cálculos, se tomarán 1465 metros, que es la longitud total de la línea desde la Subestación al Centro de Transformación 1 y Reparto.

Las necesidades de potencia responden a la demanda de los 6 Centros de Transformación proyectados de acuerdo con las necesidades del conjunto de viviendas, servicios del residencial y Transformador de Abonado. La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá que alimentar a los 6 Centros de Transformación cada uno con una potencia de 400 KVA, por lo tanto los cálculos se harán respecto a una previsión de potencia de 2400 KVA.

Quedaría de la siguiente forma:



2.3.1.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{2400}{\sqrt{3} * 20} = 62,35 - 30,19j (A) = 69,28 \angle - 25,84^\circ (A)$$

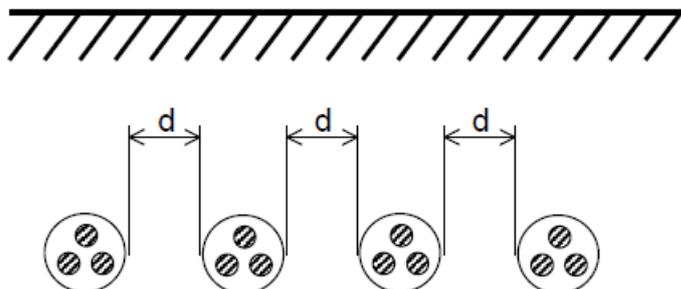
La acometida cumple con las condiciones de instalación tipo, es decir:

- * Cables enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad.
- * Terreno con resistividad de 1,5 k*m/w.
- * Temperatura ambiente del terreno de 25°C.

El factor de corrección por agrupación de ternas se saca de la siguiente tabla:

Tabla 9
Factores de corrección por distancia entre ternos

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	-	-	-	-



Para esta Línea, al llevar la zanja 4 ternas a una distancia de 0,2 metros e ir directamente enterrados, se toma $K_T=0,68$.

Siendo la intensidad máxima de tablas para buscar el conductor:

$$I_{m\acute{a}x\ tablas} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{K_T} = \frac{69,28}{0,68} = 101,88\ (A)$$

Selecciono una sección de 150 mm², mínima admitida por Iberdrola, que admite una intensidad de 275 (A) > 101,88 (A).

Siendo la densidad para esta sección:

$$\delta_{150} = \frac{I}{S} = \frac{69,28}{150} = 0,4619\ (A/mm^2)$$

2.3.1.2.- 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:

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

Para evitar tomar de referencia una determinada marca comercial, se usa la siguiente tabla extraída del Proyecto Tipo de LSMT de la Compañía Iberdrola:

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	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

Tomando los valores siguientes:

$$\begin{aligned} I &= 69,28 \text{ (A)} \\ R &= 0,277 \text{ (\Omega/Km)} \\ X &= 0,112 \text{ (\Omega/Km)} \\ \cos \varphi &= 0,9 \\ \text{sen } \varphi &= 0,436 \\ L &= 1465 \text{ (m)} \end{aligned}$$

Sustituyendo:

$$\Delta U = \sqrt{3} * 69,28 * 1,465 * (0,277 * 0,9 + 0,112 * 0,436) = 52,41 \text{ (V)}$$

$$\% \Delta U = \frac{52,41}{20000} * 100 = 0,26 \% < 5 \%$$

2.3.1.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.

Para comprobar que la sección elegida, puede soportar la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar, hay que partir de la potencia de cortocircuito máxima posible por la configuración de la red.

La Compañía Suministradora establece que la potencia es máxima en la Subestación donde comienza la LSMT, esta es de $S_{CC} = 350 \text{ MVA}$, para la tensión $U=20\text{KV}$, con lo que tendremos una intensidad de cortocircuito de:

$$I_{CC(ST)} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} * U} = \frac{350}{\sqrt{3} * 20} = 10,10 \text{ (KA)}$$

El tiempo de duración del cortocircuito se establece en 0,5 segundos, que equivale al tiempo de actuación de los elementos de protección, extrayéndose de la siguiente tabla los valores de densidad de corriente que soporta el conductor seleccionado, para calcular la I_{CC} admisible mediante el método de las densidades:

$$I_{CC \text{ adm}} = \delta_{cond} * S_{cond}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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 $\leq 300 \text{ mm}^2$	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
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

Según la tabla, para una duración del cortocircuito de 0,5 segundos, un cable de aislamiento HEPR 150 mm^2 12/20 KV, soporta una densidad de corriente de 126 A/mm^2 :

$$I_{CC \text{ adm}} = 126 * 150 = 18,9 \text{ (KA)}$$

Esta intensidad de cortocircuito admisible de 18.9 KA es muy superior a la intensidad de cortocircuito calculada de la instalación de 10,10 KA, con lo que queda comprobada la eficacia del cable contra las corrientes de cortocircuito.

Para seleccionar la sección de la pantalla del conductor comprobamos los valores de la tabla que sigue:

TABLA XII
Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm^2	Duración del cortocircuito, en segundos									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370	
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150	
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100	

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

$$I_{pantalla} = \frac{I_{CC}}{3 \text{ fases}} = \frac{10,10}{3} = 3,366 \text{ (KA)}$$

Para una pantalla de 16 mm^2 y un $t = 0.5 \text{ s} \rightarrow I = 4110 \text{ (A)} > 3,366 \text{ (KA)}$

2.3.1.4.- Otras características eléctricas.

-Capacidad de transporte de la línea.

$$P * L = \frac{U^2}{100 * (R + X * \tan \varphi)} * \Delta U_{m\acute{a}x}$$

$$P * L = \frac{20^2}{100 * (0,277 + 0,112 * 0,484)} * 5 = 60,385 (MW * Km)$$

-Potencia máxima de transporte.

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{P * L}{L_{real}} = \frac{60,385 (MW * Km)}{1,465 (Km)} = 41,218 (MW)$$

2.3.1.5.- Resultados de cálculos.

LSMT (ST - Centro de Reparto)	
Tipo de conductor	AL HEPR Z1 12/20 KV 3x150/16 mm ²
Intensidad de corriente	69,28 A
Densidad de corriente	0,4619 A/mm ²
Longitud	1465 m
Resistencia	0,277 Ω/Km
Reactancia	0,112 Ω/Km
Caída de tensión	52,41 V
% Caída de tensión	0,26 %
Capacidad de transporte	60,385 MW*Km
Potencia máx. de transporte	41,218 MW
Intensidad máx. cortocircuito	10,10 KA (t=0,5 s)

2.3.1.6.- 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.

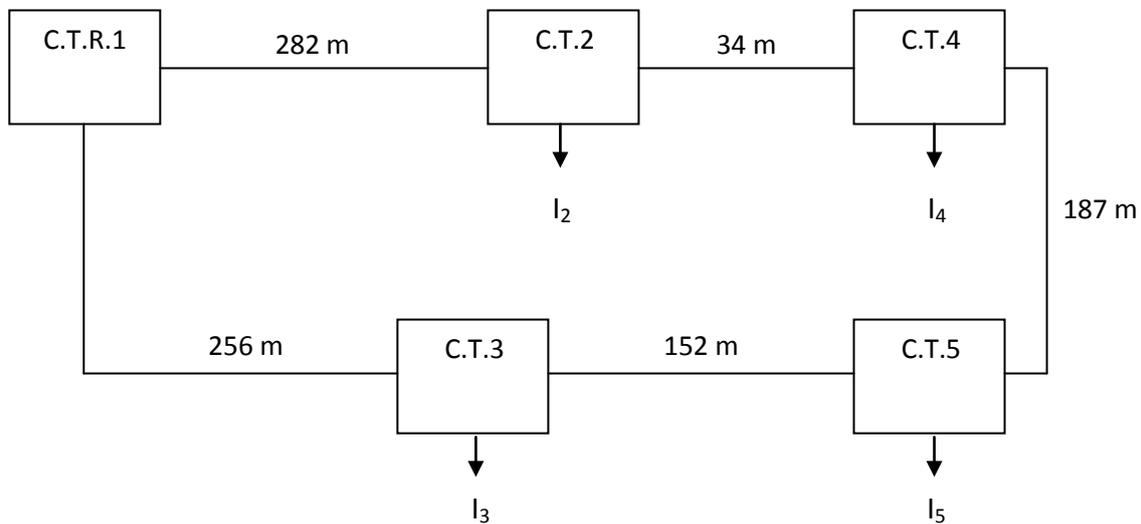
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

2.3.2.- LSMT (Anillo de Media Tensión).

La longitud total de la línea será de 911 metros, que es la longitud de la configuración en anillo desde el Centro de Reparto.

Las necesidades de potencia responden a la demanda de los 4 Centros de Transformación que forman dicho anillo. La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá que alimentar a los 4 Centros de Transformación cada uno con una potencia de 400 KVA, por lo tanto los cálculos se harán respecto a una previsión de potencia de 1600 KVA.

La distribución quedaría de la siguiente forma:



2.3.2.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{1600}{\sqrt{3} * 20} = 41,57 - 20,13j (A) = 46,188 \angle - 25,84^\circ (A)$$

La acometida cumple con las condiciones de instalación tipo, es decir:

- * Cables enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad.
- * Terreno con resistividad de 1,5 k*m/w.
- * Temperatura ambiente del terreno de 25°C.

PROYECTO FIN DE CARRERA

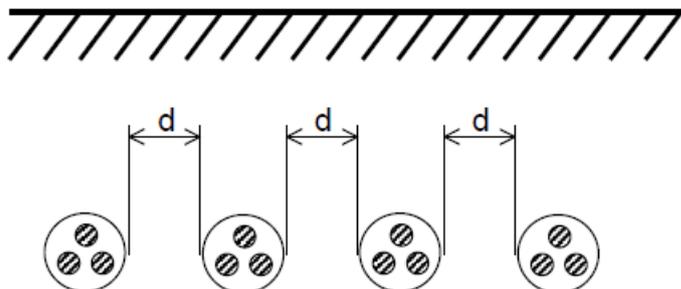
Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

El factor de corrección por agrupación de ternas se saca de la siguiente tabla:

Tabla 9
Factores de corrección por distancia entre ternos

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	-	-	-	-



Para esta Línea, al llevar la zanja 4 ternos a una distancia de 0,2 metros e ir directamente enterrados, se toma $K_T=0,68$.

Siendo la intensidad máxima de tablas para buscar el conductor:

$$I_{m\acute{a}x\ tablas} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{K_T} = \frac{46,188}{0,68} = 67,92\ (A)$$

Selecciono una sección de $150\ mm^2$, que admite una intensidad de $275\ (A) > 67,92\ (A)$.

Siendo la densidad para esta sección:

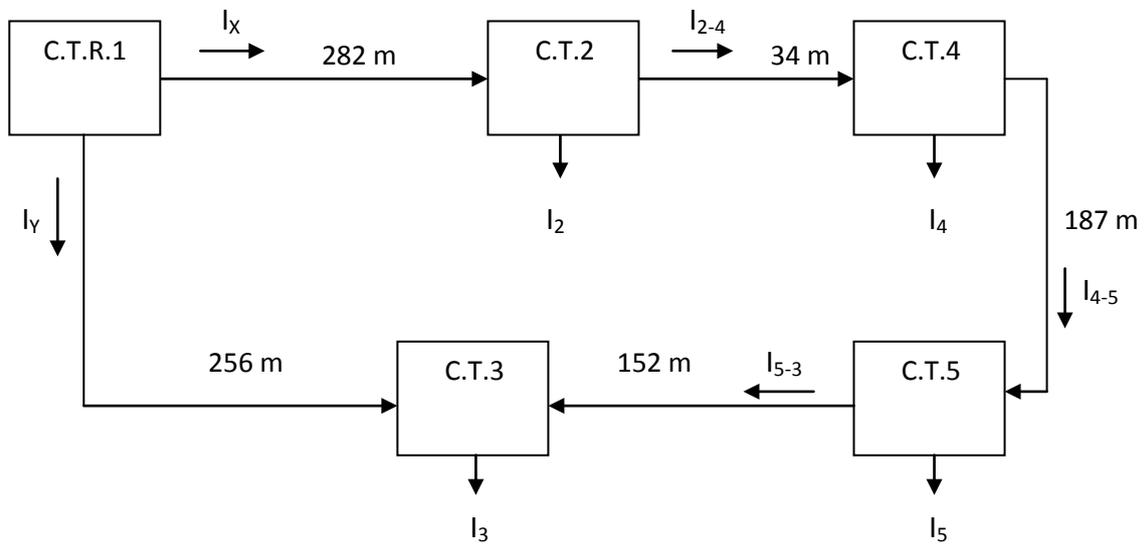
$$\delta_{150} = \frac{I}{S} = \frac{46,188}{150} = 0,3079\ (A/mm^2)$$

2.3.2.2.- Criterio de caída de tensión.

Para ello, se calcula la corriente de cada uno de los CT's:

$$I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{400}{\sqrt{3} * 20} = 10,39 - 5,03j = 11,547\angle - 25,84^\circ (A)$$

Una vez calculada la corriente absorbida en cada punto, queda el siguiente esquema de distribución de cargas:



-Cálculo de las corrientes I_x e I_y :

Para calcular el punto de mínima tensión se procede al cálculo de las corrientes por los extremos I_x e I_y a partir de las siguientes expresiones:

$$I_x = \sum I - I_y$$

$$I_y = \frac{\sum(Z * I)_{CR}}{Z_T}$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Considerando el Centro de Reparto (CTR1) como el punto de referencia para el origen de los cálculos, determino las impedancias con respecto al origen usando la siguiente expresión:

$$Z = (R + jX) * L$$

Sacando los valores de la tabla correspondiente al conductor de 150 mm² utilizado:

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	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

- Valores de impedancia desde el origen:

$$Z_{CR-CT2} = (0,277 + j 0,112) * 0,282 = 0,084 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

$$Z_{CR-CT4} = (0,277 + j 0,112) * 0,316 = 0,094 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

$$Z_{CR-CT5} = (0,277 + j 0,112) * 0,503 = 0,150 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

$$Z_{CR-CT3} = (0,277 + j 0,112) * 0,655 = 0,196 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

$$Z_T = (0,277 + j 0,112) * 0,911 = 0,272 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- Valores de impedancia por tramos:

$$Z_{CR-CT2} = (0,277 + j 0,112) * 0,282 = 0,084 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

$$Z_{CT2-CT4} = (0,277 + j 0,112) * 0,034 = 0,010 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

$$Z_{CT4-CT5} = (0,277 + j 0,112) * 0,187 = 0,056 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

$$Z_{CT5-CT3} = (0,277 + j 0,112) * 0,152 = 0,045 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

$$Z_{CT3-CR'} = (0,277 + j 0,112) * 0,256 = 0,076 \angle 22,01^\circ (\Omega)$$

Utilizando la expresión anterior y sustituyendo valores, se calcula el valor de I_y :

$$\begin{aligned} I_y &= \frac{\sum(Z * I)_{CR}}{Z_T} = \\ &= \frac{[(0,084 \angle 22,01^\circ) + (0,094 \angle 22,01^\circ) + (0,15 \angle 22,01^\circ) + (0,196 \angle 22,01^\circ)] * (11,547 \angle - 25,84^\circ)}{0,272 \angle 22,01^\circ} \\ &= 22,245 \angle - 25,84^\circ (A) \end{aligned}$$

Usando la expresión anterior y sustituyendo valores, calculamos el valor de I_x :

$$I_x = \sum I - I_y = (46,188 \angle - 25,84^\circ) - (22,245 \angle - 25,84^\circ) = 23,943 \angle - 25,84^\circ (A)$$

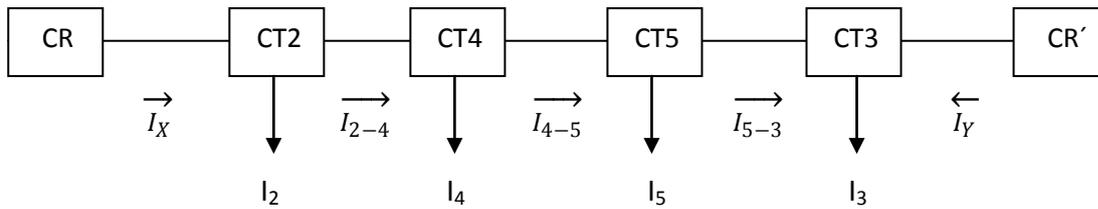
-Cálculo del punto de mínima tensión:

Abrimos el anillo para localizar el punto de mínima tensión, obteniendo el siguiente esquema equivalente:

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

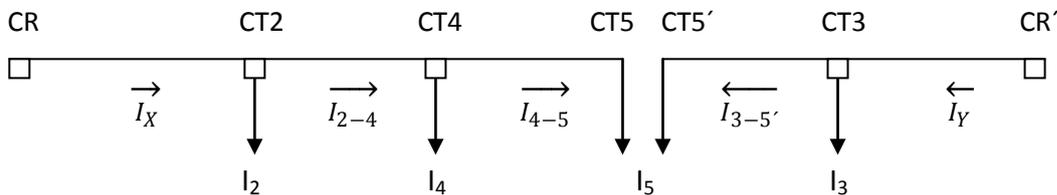


$$I_{2-4} = I_X - I_2 = (23,943 \angle -25,84^\circ) - (11,547 \angle -25,84^\circ) = 11,156 - 5,403 j \text{ (A)}$$

$$I_{4-5} = I_{2-4} - I_4 = (11,156 - 5,403 j) - (11,547 \angle -25,84^\circ) = 0,763 - 0,370 j \text{ (A)}$$

$$I_{5-3} = I_{4-5} - I_5 = (0,763 - 0,370 j) - (11,547 \angle -25,84^\circ) = -9,629 + 4,663 j \text{ (A)}$$

En el tramo (CT5-CT3), la corriente cambia de sentido, con lo que sabemos que el punto de mínima tensión está en el CT5 y podemos establecer la apertura de la línea:



-Cálculo de la caída de tensión por tramos:

La expresión para el cálculo de la caída de tensión es:

$$\Delta U = \sqrt{3} * \left[\sum (Z_i * I_i) \right]$$

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

$$\Delta U_{CR-CT2} = \sqrt{3} * (Z_{CR-CT2} * I_X) = \sqrt{3} * (0,084 \angle 22,01^\circ * 23,943 \angle -25,84^\circ) = 3,48 (V)$$

$$\Delta U_{CT2-CT4} = \sqrt{3} * (Z_{CT2-CT4} * I_{2-4}) = \sqrt{3} * (0,010 \angle 22,01^\circ * 11,156 - 5,403 j) = 0,21 (V)$$

$$\Delta U_{CT4-CT5} = \sqrt{3} * (Z_{CT4-CT5} * I_{4-5}) = \sqrt{3} * (0,056 \angle 22,01^\circ * 0,763 - 0,370 j) = 0,08 (V)$$

$$\Delta U_{CT5'-CT3} = \sqrt{3} * (Z_{CT3-CT5} * I_{3-5}) = \sqrt{3} * (0,045 \angle 22,01^\circ * 9,629 - 4,663 j) = 0,83 (V)$$

$$\Delta U_{CT3-CR'} = \sqrt{3} * (Z_{CT3-CR} * I_Y) = \sqrt{3} * (0,076 \angle 22,01^\circ * 22,245 \angle -25,84^\circ) = 2,93 (V)$$

Resultando los siguientes valores porcentuales de caídas de tensión por tramos:

$$\% \Delta U_{CR-CT2} = \left(\frac{3,48}{20000} \right) * 100 = 0,0174 \%$$

$$\% \Delta U_{CT2-CT4} = \left(\frac{0,21}{20000} \right) * 100 = 0,001 \%$$

$$\% \Delta U_{CT4-CT5} = \left(\frac{0,08}{20000} \right) * 100 = 0,0004 \%$$

$$\% \Delta U_{CT5'-CT3} = \left(\frac{0,83}{20000} \right) * 100 = 0,0041 \%$$

$$\% \Delta U_{CT3-CR'} = \left(\frac{2,93}{20000} \right) * 100 = 0,0146 \%$$

Tabla resumen de caídas de tensión:

TRAMO	L (m)	AU (V)	% AU	% AU acum
CR-CT2	282	3,48	0,0174	0,0174
CT2-CT4	34	0,21	0,0010	0,0184
CT4-CT5	187	0,08	0,0004	0,0188 <5%
CT5'-CT3	152	0,83	0,0041	0,0041
CT3-CR'	256	2,93	0,0146	0,0187 <5%

2.3.2.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.

Para comprobar que la sección elegida, puede soportar la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar, hay que partir de la potencia de cortocircuito máxima posible por la configuración de la red, teniendo en cuenta que la Z_{CC} en CR será la siguiente:

$$I_{CC(CR)} = \frac{U}{\sqrt{3} * |Z_{CC(CR)}|} = \frac{20}{\sqrt{3} * 1,365} = 8,45 \text{ (KA)}$$

$$Z_{CC(CR)} = X_{red} + Z_{acometida} = 1,14j + 1,465 * (0,277 + 0,112j) = 1,365 \angle 72,7^\circ \text{ (\Omega)}$$

$$X_{red} = \frac{U^2}{S_{CC}} = \frac{20^2}{350} = 1,14j \text{ (\Omega)}$$

El tiempo de duración del cortocircuito se establece en 0,5 segundos, que equivale al tiempo de actuación de los elementos de protección, extrayéndose de la siguiente tabla los valores de densidad de corriente que soporta el conductor seleccionado, para calcular la I_{CC} admisible mediante el método de las densidades:

$$I_{CC adm} = \delta_{cond} * S_{cond}$$

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 $\leq 300 \text{ mm}^2$	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
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

Según la tabla, para una duración del cortocircuito de 0,5 segundos, un cable de aislamiento HEPR 150 mm^2 12/20 KV, soporta una densidad de corriente de 126 A/mm^2 :

$$I_{CC adm} = 126 * 150 = 18,9 \text{ (KA)}$$

Esta intensidad de cortocircuito admisible de 18.9 KA es muy superior a la intensidad de cortocircuito calculada de la instalación de 8,45 KA, con lo que queda comprobada la eficacia del cable contra las corrientes de cortocircuito

Para seleccionar la sección de la pantalla del conductor comprobamos los valores de la tabla siguiente:

TABLA XII
Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm ²	Duración del cortocircuito, en segundos									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370	
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150	
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100	

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

$$I_{pantalla} = \frac{I_{CC}}{3 \text{ fases}} = \frac{8,45}{3} = 2,816 \text{ (KA)}$$

Para una pantalla de 16 mm² y un t = 0.5 s → I = 4110 (A) > 2,816 (KA)

2.3.2.4.- Otras características eléctricas.

-Capacidad de transporte de la línea.

$$P * L = \frac{U^2}{100 * (R + X * \tan \varphi)} * \Delta U_{m\acute{a}x}$$

$$P * L = \frac{20^2}{100 * (0,277 + 0,112 * 0,484)} * 5 = 60,385 \text{ (MW * Km)}$$

-Potencia máxima de transporte.

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{P * L}{L_{real}} = \frac{60,385 \text{ (MW * Km)}}{0,911 \text{ (Km)}} = 66,284 \text{ (MW)}$$

2.3.2.5.- Resultados de cálculos.

LSMT (Anillo de MT)	
Tipo de conductor	AL HEPR Z1 12/20 KV 3x150/16 mm ²
Intensidad de corriente	46,188 A
Densidad de corriente	0,3079 A/mm ²
I _x	23,943 A
I _y	22,245 A
pmt	CT5
Longitud	911 m
Resistencia	0,277 Ω/Km
Reactancia	0,112 Ω/Km
Caída de tensión	3,77 V
% Caída de tensión	0,0188 %
Capacidad de transporte	60,385 MW*Km
Potencia máx. de transporte	66,284 MW
Intensidad máx. cortocircuito	8,45 KA (t=0,5 s)

2.3.2.6.- 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:

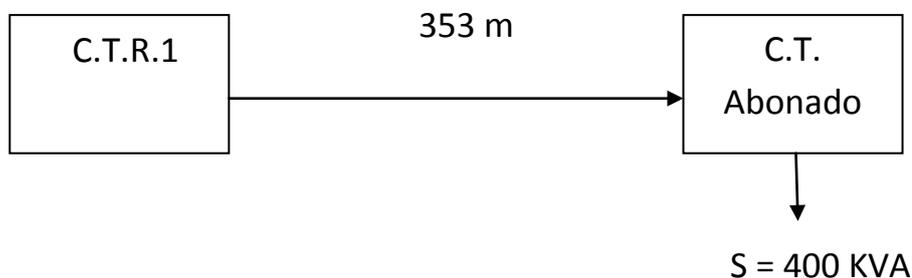
- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, 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.

2.3.3.- LSMT (Centro de Reparto - Centro Abonado).

La longitud de la línea será de 353 metros, que es la longitud de la línea desde el Centro de Reparto al Centro de Transformación de Abonado.

Las necesidades de potencia responden a la demanda de dicho CT de Abonado con una potencia de 400 KVA. La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá, por tanto, una previsión de potencia de 400 KVA.

Quedaría de la siguiente forma:



2.3.3.1.- Criterio de intensidad máxima admisible.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{400}{\sqrt{3} * 20} = 10,39 - 5,03j (A) = 11,547 \angle - 25,84^\circ (A)$$

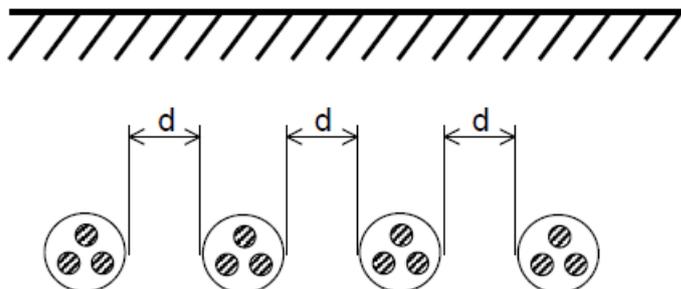
La acometida cumple con las condiciones de instalación tipo, es decir:

- * Cables enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad.
- * Terreno con resistividad de 1,5 k*m/w.
- * Temperatura ambiente del terreno de 25°C.

El factor de corrección por agrupación de ternas se saca de la siguiente tabla:

Tabla 9
Factores de corrección por distancia entre ternos

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	-	-	-	-



Para esta Línea, al llevar la zanja 4 ternos a una distancia de 0,2 metros e ir directamente enterrados, se toma $K_T=0,68$.

Siendo la intensidad máxima de tablas para buscar el conductor:

$$I_{m\acute{a}x\ tablas} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{K_T} = \frac{11,547}{0,68} = 16,98\ (A)$$

Selecciono una sección de $150\ mm^2$, que admite una intensidad de $275\ (A) > 16,98\ (A)$.

Siendo la densidad para esta sección:

$$\delta_{150} = \frac{I}{S} = \frac{11,547}{150} = 0,0769\ (A/mm^2)$$

2.3.3.2.- 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:

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

Sacando los valores de la tabla correspondiente al conductor utilizado:

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	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

Tomando los valores siguientes:

$$I = 11,547 \text{ (A)}$$

$$R = 0,277 \text{ (}\Omega/\text{Km)}$$

$$X = 0,112 \text{ (}\Omega/\text{Km)}$$

$$\cos \varphi = 0,9$$

$$\sin \varphi = 0,436$$

$$L = 353 \text{ (m)}$$

Sustituyendo:

$$\Delta U = \sqrt{3} * 11,547 * 0,353 * (0,277 * 0,9 + 0,112 * 0,436) = 2,10 \text{ (V)}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,10}{20000} * 100 = 0,01 \% < 5 \%$$

2.3.3.3.- Criterio de intensidad máxima admisible por cortocircuito.

Para comprobar que la sección elegida, puede soportar la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar, hay que partir de la potencia de cortocircuito máxima posible por la configuración de la red, teniendo en cuenta que la Z_{CC} en CR será la misma que la calculada en el apartado anterior. Por tanto:

$$Z_{CC(CR)} = X_{red} + Z_{acometida} = 1,14j + 1,465 * (0,277 + 0,112j) = 1,365 \angle 72,7^\circ (\Omega)$$

$$X_{red} = \frac{U^2}{S_{CC}} = \frac{20^2}{350} = 1,14j (\Omega)$$

$$I_{CC(CR)} = \frac{U}{\sqrt{3} * |Z_{CC(CR)}|} = \frac{20}{\sqrt{3} * 1,365} = 8,45 (KA)$$

El tiempo de duración del cortocircuito se establece en 0,5 segundos, que equivale al tiempo de actuación de los elementos de protección, extrayéndose de la siguiente tabla los valores de densidad de corriente que soporta el conductor seleccionado, para calcular la I_{CC} admisible mediante el método de las densidades:

$$I_{CC adm} = \delta_{cond} * S_{cond}$$

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 $\leq 300 \text{ mm}^2$	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
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

Según la tabla, para una duración del cortocircuito de 0,5 segundos, un cable de aislamiento HEPR 150 mm^2 12/20 KV, soporta una densidad de corriente de 126 A/mm^2 :

$$I_{CC adm} = 126 * 150 = 18,9 (KA)$$

Esta intensidad de cortocircuito admisible de 18.9 KA es muy superior a la intensidad de cortocircuito calculada de la instalación de 8,45 KA, con lo que queda comprobada la eficacia del cable contra las corrientes de cortocircuito.

Para seleccionar la sección de la pantalla del conductor comprobamos los valores de la tabla que sigue:

TABLA XII
Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm ²	Duración del cortocircuito, en segundos									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370	
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150	
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100	

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

$$I_{pantalla} = \frac{I_{CC}}{3 \text{ fases}} = \frac{8,45}{3} = 2,816 \text{ (KA)}$$

Para una pantalla de 16 mm² y un t = 0.5 s → I = 4110 (A) > 2,816 (KA)

2.3.3.4.- Otras características eléctricas.

-Capacidad de transporte de la línea.

$$P * L = \frac{U^2}{100 * (R + X * \tan \varphi)} * \Delta U_{m\acute{a}x}$$

$$P * L = \frac{20^2}{100 * (0,277 + 0,112 * 0,484)} * 5 = 60,385 \text{ (MW * Km)}$$

-Potencia máxima de transporte.

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{P * L}{L_{real}} = \frac{60,385 \text{ (MW * Km)}}{0,353 \text{ (Km)}} = 171,062 \text{ (MW)}$$

2.3.3.5.- Resultados de cálculos.

LSMT (CR - CT de Abonado)	
Tipo de conductor	AL HEPR Z1 12/20 KV 3x150/16 mm ²
Intensidad de corriente	11,547 A
Densidad de corriente	0,0769 A/mm ²
Longitud	353 m
Resistencia	0,277 Ω/Km
Reactancia	0,112 Ω/Km
Caída de tensión	2,10 V
% Caída de tensión	0,01 %
Capacidad de transporte	60,385 MW*Km
Potencia máx. de transporte	171,062 MW
Intensidad máx. cortocircuito	8,45 KA (t=0,5 s)

2.3.3.6.- 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.

2.4.- CÁLCULO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 400 KVA, TIPO PFU (CT 1).

2.4.1.- Intensidad de Media Tensión.

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

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

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

2.4.2.- 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:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_s	tensión en el secundario [kV]
I_s	intensidad en el secundario [A]

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

$$* I_s = 549,9 \text{ A.}$$

2.4.3.- Cortocircuitos.

2.4.3.1.- 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.

2.4.3.2.- Cálculo de las Intensidades de cortocircuito.

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.3.2.a)$$

donde:

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

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.3.2.b)$$

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]

2.4.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

Utilizando la expresión 2.3.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

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

2.4.3.4.- 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 2.3.3.2.b:

$$* I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

2.4.4.- 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.

2.4.4.1.- 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.

2.4.4.2.- 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 2.3.3.2.a de este capítulo, por lo que:

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

2.4.4.3.- 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:

$$* I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

2.4.5.- 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 el apartado 2.3.4.

2.4.6.- Dimensionado de los puentes de Media Tensión.

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

Transformador 1

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 mm² de Al según el fabricante.

2.4.7.- Dimensionado de la ventilación del CT.

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

2.4.8.- 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.

2.4.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.4.9.1.- 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.

2.4.9.2.- 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.

2.4.9.3.- 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.

2.4.9.4.- Cálculo de la resistencia de tierra del sistema.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

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:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.3.9.4.a)$$

donde:

- 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:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.3.9.4.b)$$

donde:

- 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:

- $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \text{ Ohm}$

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:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.3.9.4.c)$$

donde:

- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- R_o resistividad del terreno en [Ohm-m]

PROYECTO FIN DE CARRERA

Cálculos Justificativos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,1333$

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:

- De la resistencia $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.3.9.4.d)$$

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 (2.3.9.4.b):

- $I'd = 500 \text{ A}$

2.4.9.5.- 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:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.3.9.5.a)$$

donde:

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:

$$* V'd = 6300 \text{ V}$$

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:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.3.9.5.b)$$

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:

$$* V'c = 3067,5 \text{ V}$$

2.4.9.6.- 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:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.3.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	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:

* $V'_p = 1395$ V en el Centro de Transformación

2.4.9.7.- 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:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.3.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	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:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.3.9.7.b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$* V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$$

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:

$$* V'_p = 1395 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$* V'_p(\text{acc}) = 3067,5 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$* V'_d = 6300 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$* I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.4.9.8.- 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:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.3.9.8.a)$$

donde:

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:

* $D = 11,94 \text{ m}$

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.

2.4.9.9.- 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.

2.5.- CÁLCULO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 400 KVA, TIPO MINIBLOK (CT 2, CT 3, CT 4, CT 5).

2.5.1.- Intensidad de Media Tensión.

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.4.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

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

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

2.5.2.- 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:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.4.2.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_s	tensión en el secundario [kV]
I_s	intensidad en el secundario [A]

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

$$* I_s = 549,9 \text{ A.}$$

2.5.3.- Cortocircuitos.

2.5.3.1.- 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.

2.5.3.2.- Cálculo de las Intensidades de cortocircuito.

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.4.3.2.a)$$

donde:

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

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.4.3.2.b)$$

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]

2.5.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

Utilizando la expresión 2.4.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

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

2.5.3.4.- 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 2.4.3.2.b:

$$* I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

2.5.4.- 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.

2.5.4.1.- 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.

2.5.4.2.- 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 2.4.3.2.a de este capítulo, por lo que:

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

2.5.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatación 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:

$$* I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

2.5.5.- 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 el apartado 2.4.4.

2.5.6.- Dimensionado de los puentes de Media Tensión.

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

Transformador 1

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 mm² de Al según el fabricante.

2.5.7.- Dimensionado de la ventilación del CT.

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

2.5.8.- 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.

2.5.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.5.9.1.- 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.

2.5.9.2.- 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.

2.5.9.3.- 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.

2.5.9.4.- Cálculo de la resistencia de tierra del sistema.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

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:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.4.9.4.a)$$

donde:

- 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:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.4.9.4.b)$$

donde:

- 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:

- $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \text{ Ohm}$

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:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.4.9.4.c)$$

donde:

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:

- $K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 30-30/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 3,0x3,0 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro

- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,11$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0258$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0563$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- 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:

$$R'_i = K_r \cdot R_o \quad (2.4.9.4.d)$$

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:

- $R't = 16,5 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.4.9.4.b):

- $I'd = 500 \text{ A}$

2.5.9.5.- 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:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.4.9.5.a)$$

donde:

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:

- * $V'd = 8250 \text{ V}$

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:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.4.9.5.b)$$

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:

$$* V'_c = 4222,5 \text{ V}$$

2.5.9.6.- 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:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.4.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
-------	-------------

R_o	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:

- * $V'_p = 1935$ V en el Centro de Transformación

2.5.9.7.- 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:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.4.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	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:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.4.9.7.b)$$

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

$V_{p(acc)}$ 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:

$$* V'_p = 1935 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$* V'p(\text{acc}) = 4222,5 \text{ V} < Vp(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$* V'd = 8250 \text{ V} < Vbt = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$* I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.5.9.8.- 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:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.4.9.8.a)$$

donde:

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:

* $D = 11,94 \text{ m}$

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.

2.5.9.9.- 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.

Cartagena, Febrero de 2014

Ramón Puerta Alguacil

DOCUMENTO Nº 3
PLIEGO DE CONDICIONES

3.- PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.- Generalidades.

3.1.1.- Disposiciones generales.

3.1.1.1.- Condiciones facultativas legales.

3.1.1.2.- Seguridad en el trabajo.

3.1.1.3.- Seguridad pública.

3.1.2.- Organización en el trabajo.

3.1.2.1.- Datos de la obra.

3.1.2.2.- Mejoras y variaciones del proyecto.

3.1.2.3.- Recepción del material.

3.1.2.4.- Organización.

3.1.2.5.- Medios auxiliares.

3.1.2.6.- Ejecución de las obras y plazos.

3.1.2.7.- Recepción provisional.

3.1.2.8.- Garantía.

3.1.2.9.- Recepción definitiva.

3.1.2.10.- Pago de obra.

3.2.- Pliego de Condiciones de la Red Subterránea de Baja Tensión.

3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones de ejecución.

3.2.1.1.- Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

3.2.1.2.- Accesorios.

3.2.1.3.- Medidas eléctricas.

3.2.1.4.- Obra civil.

3.2.1.5.- Zanjas: tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

3.2.2.- Normas generales para ejecución de instalaciones.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar obras.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores y organismos de control.

3.2.6.- Certificados y documentos.

3.3.- Pliego de Condiciones de la Red Subterránea de Media Tensión.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones de ejecución.

3.3.1.1.- Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

3.3.1.2.- Accesorios.

3.3.1.3.- Obra civil.

3.3.1.4.- Zanjas: tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

3.3.2.- Normas generales para ejecución de instalaciones.

3.4.- Pliego de Condiciones de Centros de Transformación.

3.4.1.- Calidad de los materiales.

3.4.1.1.- Obra civil.

3.4.1.2.- Aparamenta de Media Tensión.

3.4.1.3.- Transformadores.

3.4.1.4.- Equipos de medida.

3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.

3.4.3.- Pruebas reglamentarias.

3.4.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.4.5.- Certificados y documentación.

3.4.6.- Libro de órdenes.

3.5.- Pliego de Condiciones de Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- 3.5.1.- Legislación y normas aplicables.
- 3.5.2.- Obligaciones de las diversas partes intervinientes en la obra.
- 3.5.3.- Servicios de prevención.
- 3.5.4.- Instalaciones y servicios de higiene y bienestar de los trabajadores.
- 3.5.5.- Condiciones a cumplir por los equipos de protección personal.
- 3.5.6.- Condiciones de las protecciones colectivas.

3.6.- Pliego de Condiciones de Plan de Gestión de Residuos.

- 3.6.1.- Obligaciones agentes intervinientes.
- 3.6.2.- Gestión de residuos.
- 3.6.3.- Derribo y demolición.
- 3.6.4.- Separación.
- 3.6.5.- Documentación.
- 3.6.6.- Normativa.

3.-PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.- GENERALIDADES.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes subterráneas de Baja Tensión y Media 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.

3.1.1.- 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.

3.1.1.1.- Condiciones facultativas legales.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- f) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.

3.1.1.2.- Seguridad en el trabajo.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “e” del párrafo 3.1.1.1. De este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.1.1.3.- Seguridad pública.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.1.2.- Organización en el trabajo.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra.

3.1.2.1.- Datos de la obra.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

3.1.2.2.- Mejoras y variaciones del proyecto.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

3.1.2.3.- Recepción del material.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

3.1.2.4.- Organización.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá

responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

3.1.2.5.- 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.

3.1.2.6.- Ejecución de las obras y plazos.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

3.1.2.7.- Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

3.1.2.8.- Garantía.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.1.2.9.- Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.1.2.10.- Pago de 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.

3.2.- PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.

3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones de 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.

3.2.1.1.- 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 :

- Conductor..... Aluminio
- Secciones..... 50 - 95 - 150 y 240 mm²
- 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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la siguiente tabla:

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm ²	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 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.

TENDIDO DE LOS CABLES.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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/mm². 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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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.

PROTECCIONES.

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:

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil

D.N.I. 34818883 B

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.

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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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.

Más detalles en “**Documentación Técnica**” adjunta.

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.

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:

- Envoltente 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 mm².

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

Tipo de Suministro	Nº 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

Más detalles en “**Documentación Técnica**” adjunta.

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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil

D.N.I. 34818883 B

- anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP43 en envolventes empotrables e IP55 en envolventes de intemperie, según UNE 20 324.
 - Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envolventes empotrables e IK10 en envolventes 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 100°.
 - 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.

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:

- Envolvente 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.

Más detalles en “**Documentación Técnica**” adjunta.

3.1.1.2.- Accesorios.

Todo el material accesorio debe cumplir con las especificaciones de los conductores utilizados. Deben adaptarse perfectamente, desde el punto de vista de la normativa aplicable en cada caso, al material sobre el cual vayan a colocarse, instalarse o adaptarse, respetando siempre las condiciones del fabricante.

3.1.1.3.- 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.

3.1.1.4.- 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.

3.1.1.5.- Zanjas: 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 cubre cables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubre cables 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.

Los tipos de zanja a utilizar para las distintas disposiciones de los conductores quedan reflejados en los planos.

3.2.2.- Normas generales para ejecución de 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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar obras.

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 relleno 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.

3.2.4.- 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.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores y 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.

3.2.6.- Certificados y documentos.

Se aportará para la tramitación de este Proyecto, ante el Organismo Público competente, la documentación que se detalla:

- Solicitud.
- Proyecto.
- Homologaciones de elementos, que a petición de la Dirección o el Organismo competente, sean solicitados.
- Boletín de Instalación, por Empresa Autorizada.
- Certificado fin de obra.
- Contrato de Mantenimiento (si se requiere).

PROTECCIONES.

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:

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil

D.N.I. 34818883 B

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.

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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

Más detalles en “**Documentación Técnica**” adjunta.

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.

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:

- Envoltente 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 mm².
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Tipo de Suministro	Nº 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

Más detalles en “**Documentación Técnica**” adjunta.

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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

IK10 en envolventes 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 100°.
- 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.

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:

- Envoltorio 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.

Más detalles en “**Documentación Técnica**” adjunta.

3.1.1.2.- Accesorios.

Todo el material accesorio debe cumplir con las especificaciones de los conductores utilizados. Deben adaptarse perfectamente, desde el punto de vista de la normativa aplicable en cada caso, al material sobre el cual vayan a colocarse, instalarse o adaptarse, respetando siempre las condiciones del fabricante.

3.1.1.3.- 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.

3.1.1.4.- 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.

3.1.1.5.- Zanjas: 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 cubre cables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubre cables 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.

Los tipos de zanja a utilizar para las distintas disposiciones de los conductores quedan reflejados en los planos.

3.2.2.- Normas generales para ejecución de 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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar obras.

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.

3.2.4.- 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.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores y 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.

3.2.6.- Certificados y documentos.

Se aportará para la tramitación de este Proyecto, ante el Organismo Público competente, la documentación que se detalla:

- Solicitud.
- Proyecto.
- Homologaciones de elementos, que a petición de la Dirección o el Organismo competente, sean solicitados.
- Boletín de Instalación, por Empresa Autorizada.
- Certificado fin de obra.
- Contrato de Mantenimiento (si se requiere).

3.3.- PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones de ejecución.

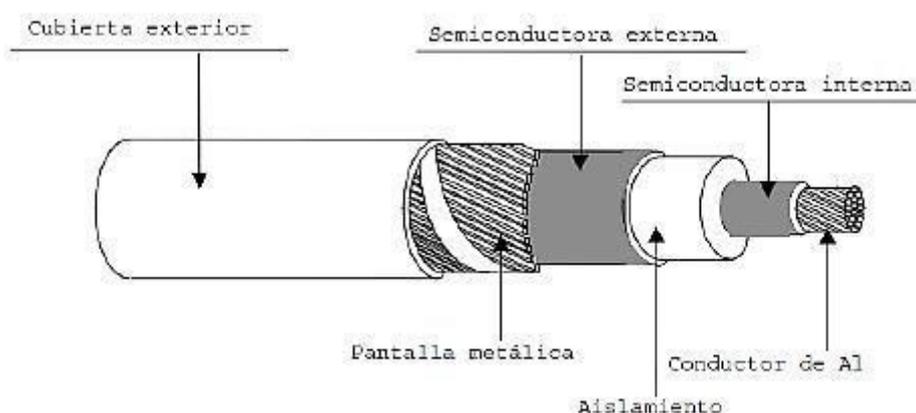
Todos los materiales empleados serán nuevos y de primera calidad. Cumplirán las especificaciones del Proyecto y antes de ser empleados serán examinados por el Director Facultativo, pudiendo desechar los que no reúnan las condiciones mínimas técnicas, estéticas o funcionales.

En el caso de que los materiales propuestos no reúnan las características adecuadas a juicio del Director de Obra, este decidirá la utilización de otro material sin más limitación que las exigidas por este Pliego de Condiciones.

3.3.1.1.- Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Los conductores usados serán de aluminio del tipo "AL EPROTENAX- H COMPACT 12/20 KV de secciones de 95, 150 y 240 mm²".

La constitución del conductor será la representada en la 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 semiconductor 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 mm² 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).

TENDIDO DE LOS CABLES.

MANEJO Y PREPARACION 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 gastos de potencia apropiada al peso de la misma.

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 mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm² 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 desplazar 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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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 bias para disminuirla 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 discurren 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.

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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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 tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

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.

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.

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.

3.3.1.2.- Accesorios.

Todo el material accesorio debe cumplir con las especificaciones de los conductores utilizados. Deben adaptarse perfectamente, desde el punto de vista de la normativa aplicable en cada caso, al material sobre el cual vayan a colocarse, instalarse o adaptarse, respetando siempre las condiciones del fabricante.

3.3.1.3.- 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.

3.3.1.4.- Zanjas: 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 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 cubre cables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubre cables 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.

3.3.2.- Normas generales para ejecución de instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- 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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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 necesario 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.

3.4.- PLIEGO DE CONDICIONES DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

3.4.1.- Calidad de los materiales.

3.4.1.1.- 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.

3.4.1.2.- 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.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

3.4.1.3.- 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.

3.4.1.4.- 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 armadura interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.4.2.- 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.

3.4.3.- Pruebas reglamentarias.

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.

3.4.4.- 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.

3.4.5.- 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.

3.4.6.- 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.

3.5.- PLIEGO DE CONDICIONES DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Se redacta este Pliego en cumplimiento del artículo 5.2.b del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

Se refiere este Pliego, en consecuencia, a partir de la enumeración de las normas legales y reglamentarias aplicables a la obra, al establecimiento de las prescripciones organizativas y técnicas que resultan exigibles en relación con la prevención de riesgos laborales en el curso de la construcción y, en particular, a la definición de la organización preventiva que corresponde al contratista y, en su caso, a los subcontratistas de la obra y a sus actuaciones preventivas, así como a la definición de las prescripciones técnicas que deben cumplir los sistemas y equipos de protección que hayan de utilizarse en las obras, formando parte o no de equipos y máquinas de trabajo.

Dadas las características de las condiciones a regular, el contenido de este Pliego se encuentra sustancialmente complementado con las definiciones efectuadas en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, en todo lo que se refiere a características técnicas preventivas a cumplir por los equipos de trabajo y máquinas, así como por los sistemas y equipos de protección personal y colectiva a utilizar, su composición, transporte, almacenamiento y reposición, según corresponda.

En estas circunstancias, el contenido normativo de este Pliego ha de considerarse ampliado con las previsiones técnicas de la Memoria, formando ambos documentos un sólo conjunto de prescripciones exigibles durante la ejecución de la obra.

3.5.1.- Legislación y normas aplicables.

El cuerpo legal y normativo de obligado cumplimiento está constituido por diversas normas de muy variados condición y rango, actualmente condicionadas por la situación de vigencias que deriva de la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, excepto en lo que se refiere a los reglamentos dictados en desarrollo directo de dicha Ley que, obviamente, están plenamente vigentes y condicionan o derogan, a su vez, otros textos normativos precedentes. Con todo, el marco normativo vigente, propio de Prevención de Riesgos Laborales en el ámbito del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se concreta del modo siguiente: Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10- 11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo).

- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, B.O.E. 31-01-97).

- Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O.M. de 27-06-97, B.O.E. 04-07-97).

- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97).

- Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97).

- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97).

- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97).

- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97).

- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97).

- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril).

- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97).

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97).

- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97).

- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de técnico de riesgos laborales.

- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

- 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.

- 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.

- Junto a las anteriores, que constituyen el marco legal actual, tras la promulgación de la Ley de Prevención, debe considerarse un amplio conjunto de normas de prevención laboral que, si bien de forma desigual y a veces dudosa, permanecen vigentes en alguna parte de sus respectivos textos. Entre ellas, cabe citar las siguientes:

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 09-03-71, B.O.E. 16-03-71; vigente el capítulo 6 del título II)

- Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, B.O.E. 09- 09-70), utilizable como referencia técnica, en cuanto no haya resultado mejorado, especialmente en su capítulo XVI, excepto las Secciones Primera y Segunda, por remisión expresa del Convenio General de la Construcción, en su Disposición Final Primera.2.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. 28-12-92).
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al Ruido durante el trabajo (B.O.E. 02- 11-89).
- Orden de 31 de octubre de 1984, (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo por amianto.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.

Además, han de considerarse otras normas de carácter preventivo con origen en otros Departamentos ministeriales, especialmente del Ministerio de Industria, y con diferente carácter de aplicabilidad, ya como normas propiamente dichas, ya como referencias técnicas de interés, a saber:

- Ley de Industria (Ley 21/1992, de 16 de julio, B.O.E. 26-07-92).
- Real Decreto 474/1.988, de 30 de marzo, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, sobre aparatos elevadores y manejo mecánico (B.O.E. 20-05-88).
- Real Decreto 1495/1.986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. 21-07-86) y Reales Decretos 590/1.989 (B.O.E. 03-06-89) y 830/1.991 (B.O.E. 31-05-91) de modificación del primero.
- O.M. de 07-04-88, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Reglamentaria MSG- SM1, del Reglamento de Seguridad de las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (B.O.E. 15-04-88).
- Real Decreto 1435/1.992, sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre Máquinas (B.O.E. 11-12-92).
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, que modifica el anterior 1435/1992.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Aparatos de Elevación y Manutención (B.O.E. 11-12-85) e instrucciones técnicas complementarias. en lo que pueda quedar vigente.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002 e Instrucciones técnicas complementarias.

- Decreto 3115/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (B.O.E. 27-12-68).

- Real Decreto 245/1.989 sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11-03-89) y Real Decreto 71/1.992, por el que se amplía el ámbito de aplicación del anterior, así como Órdenes de desarrollo.

- Real Decreto 2114/1.978, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos (B.O.E. 07-09-78).

- Real Decreto 1389/1.997, por el que se establecen disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (B.O.E. 07-10-97).

- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Fomento, aplicables en función de las unidades de obra o actividades correspondientes.

- Normas de determinadas Comunidades Autónomas, vigentes en las obras en su territorio, que pueden servir de referencia para las obras realizadas en los territorios de otras comunidades. Destacan las relativas a los Andamios tubulares (p.ej.: Orden 2988/1988, de 30 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid), a las Grúas (p.ej.: Orden 2243/1997, sobre grúas torre desmontables, de 28 de julio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid y Orden.

- 7881/1988, de la misma, sobre el carné de Operador de grúas y normas complementarias por Orden 7219/1999, de 11 de octubre), etc.

- Diversas normas competenciales, reguladoras de procedimientos administrativos y registros que pueden resultar aplicables a la obra, cuya relación puede resultar excesiva, entre otras razones, por su variabilidad en diferentes comunidades autónomas del Estado. Su consulta idónea puede verse facilitada por el coordinador de seguridad y salud de la obra.

3.5.2.- Obligaciones de las diversas partes intervinientes en la obra.

En cumplimiento de la legislación aplicable y, de manera específica, de lo establecido en la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, en el Real Decreto 39/1.997, de los Servicios de Prevención, y en el Real Decreto 1627/1.997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, corresponde a Dirección General de Carreteras, en virtud de la delegación de funciones efectuada por el Secretario de Estado de Infraestructuras en los Jefes de las demarcaciones territoriales, la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como la aprobación del Plan de Seguridad y Salud propuesto por el contratista de la obra, con el preceptivo informe y propuesta del coordinador, así como remitir el Aviso Previo a la Autoridad laboral competente.

En cuanto al contratista de la obra, viene éste obligado a redactar y presentar, con anterioridad al comienzo de los trabajos, el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación y desarrollo del presente Estudio y de acuerdo con lo establecido en el artículo 7 del citado Real Decreto 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud contendrá, como mínimo, una breve descripción de la obra y la relación de sus principales unidades y actividades a desarrollar, así como el programa de los trabajos con indicación de los trabajadores concurrentes en cada fase y la evaluación de los riesgos esperables en la obra. Además, específicamente, el Plan expresará resumidamente las medidas preventivas previstas en el presente Estudio que el contratista admita como válidas y suficientes para evitar o proteger los riesgos evaluados y presentará las alternativas a aquéllas que considere conveniente modificar, justificándolas técnicamente.

Finalmente, el plan contemplará la valoración económica de tales alternativas o expresará la validez del Presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud. El plan presentado por el contratista no reiterará obligatoriamente los contenidos ya incluidos en este Estudio, aunque sí deberá hacer referencia concreta a los mismos y desarrollarlos específicamente, de modo que aquéllos serán directamente aplicables a la obra, excepto en aquellas alternativas preventivas definidas y con los contenidos desarrollados en el Plan, una vez aprobado éste reglamentariamente.

Las normas y medidas preventivas contenidas en este Estudio y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, constituyen las obligaciones que el contratista viene obligado a cumplir durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de los principios y normas legales y reglamentarias que le obligan como empresario.

En particular, corresponde al contratista cumplir y hacer cumplir el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y la coordinación de actividades preventivas entre las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, en los términos previstos en el artículo 24 de la Ley de Prevención, informando y vigilando su cumplimiento por parte de los subcontratistas y de los trabajadores autónomos sobre los riesgos y medidas a adoptar, emitiendo las instrucciones internas que estime necesarias para velar por sus responsabilidades en la obra, incluidas las de carácter solidario, establecidas en el artículo 42.2 de la mencionada Ley.

Los subcontratistas y trabajadores autónomos, sin perjuicio de las obligaciones legales y reglamentarias que les afectan, vendrán obligados a cumplir cuantas medidas establecidas en este Estudio o en el Plan de Seguridad y Salud les afecten, a proveer y velar por el empleo de los equipos de protección individual y de las protecciones colectivas o sistemas preventivos que deban aportar, en función de las normas aplicables y, en su caso, de las estipulaciones contractuales que se incluyan en el Plan de Seguridad y Salud o en documentos jurídicos particulares.

En cualquier caso, las empresas contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos presentes en la obra estarán obligados a atender cuantas indicaciones y requerimientos les formule el coordinador de seguridad y salud, en relación con la función que a éste corresponde de seguimiento del Plan de Seguridad y Salud de la obra y, de manera particular, aquéllos que se refieran a incumplimientos de dicho Plan y a supuestos de riesgos graves e inminentes en el curso de ejecución de la obra.

3.5.3.- Servicios de prevención.

La empresa adjudicataria vendrá obligada a disponer de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 39/1997, citado: cuando posea una plantilla superior a los 250 trabajadores, con Servicio de Prevención propio, mancomunado o ajeno contratado a tales efectos, en cualquier caso debidamente acreditados ante la Autoridad laboral competente, o, en supuestos de menores plantillas, mediante la designación de un trabajador (con plantillas inferiores a los 50 trabajadores) o de dos trabajadores (para plantillas de 51 a 250 trabajadores), adecuadamente formados y acreditados a nivel básico, según se establece en el mencionado Real Decreto 39/1997.

La empresa contratista encomendará a su organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de sus obligaciones preventivas en la obra, plasmada en el Plan de Seguridad y Salud, así como la asistencia y asesoramiento al Jefe de obra en cuantas cuestiones de seguridad se planteen a lo largo de la construcción.

Cuando la empresa contratista venga obligada a disponer de un servicio técnico de prevención, estará obligada, asimismo, a designar un técnico de dicho servicio para su actuación específica en la obra. Este técnico deberá poseer la preceptiva acreditación superior o, en su caso, de grado medio a que se refiere el mencionado Real Decreto 39/1997, así como titulación académica y desempeño profesional previo adecuado y aceptado por el coordinador en materia de seguridad y salud, a propuesta expresa del jefe de obra.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que éstos sean.

Los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de Medicina del Trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá las condiciones en que se realizará la información a los trabajadores, relativa a los riesgos previsibles en la obra, así como las acciones formativas pertinentes.

El coste económico de las actividades de los servicios de prevención de las empresas correrá a cargo, en todo caso, de las mismas, estando incluidos como gastos generales en los precios correspondientes a cada una de las unidades productivas de la obra, al tratarse de obligaciones intrínsecas a su condición empresarial.

3.5.4.- Instalaciones y servicios de higiene y bienestar de los trabajadores.

Los vestuarios, comedores, servicios higiénicos, lavabos y duchas a disponer en la obra quedarán definidos en el Plan de Seguridad y Salud, de acuerdo con las normas específicas de aplicación y, específicamente, con los apartados 15 a 18 de la Parte A del Real Decreto 1627/1.997, citado. En cualquier caso, se dispondrá de un inodoro cada 25 trabajadores, utilizable por éstos y situado a menos de 50 metros de los lugares de trabajo; de un lavabo por cada 10 trabajadores y de una taquilla o lugar adecuado para dejar la ropa y efectos personales por trabajador. Se dispondrá asimismo en la obra de agua potable en cantidad suficiente y adecuadas condiciones de utilización por parte de los trabajadores.

Se dispondrá siempre de un botiquín, ubicado en un local de obra, en adecuadas condiciones de conservación y contenido y de fácil acceso, señalizado y con indicación de los teléfonos de

urgencias a utilizar. Existirá al menos un trabajador formado en la prestación de primeros auxilios en la obra.

Todas las instalaciones y servicios a disponer en la obra vendrán definidos concretamente en el plan de seguridad y salud y en lo previsto en el presente estudio, debiendo contar, en todo caso, con la conservación y limpieza precisos para su adecuada utilización por parte de los trabajadores, para lo que el jefe de obra designará personal específico en tales funciones.

El coste de instalación y mantenimiento de los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores correrá a cargo del contratista, sin perjuicio de que consten o no en el presupuesto de la obra y que, en caso afirmativo, sean retribuidos por la Administración de acuerdo con tales presupuestos, siempre que se realicen efectivamente.

3.5.5.- Condiciones a cumplir por los equipos de protección personal.

Todos los equipos de protección personal utilizados en la obra tendrán fijado un periodo de vida útil, a cuyo término el equipo habrá de desecharse obligatoriamente. Si antes de finalizar tal periodo, algún equipo sufriera un trato límite (como en supuestos de un accidente, caída o golpeo del equipo, etc.) o experimente un envejecimiento o deterioro más rápido del previsible, cualquiera que sea su causa, será igualmente desechado y sustituido, al igual que cuando haya adquirido mayor holgura que las tolerancias establecidas por el fabricante.

Un equipo de protección individual nunca será permitido en su empleo si se detecta que representa o introduce un riesgo por su mera utilización.

Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17-05-1.974 (B.O.E. 29-05-74).

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes equipos de protección individual y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, almacenaje y mantenimiento de los equipos de protección individual de los trabajadores de la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas

correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuesto específico.

Las protecciones personales que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I de este Pliego, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los costes de los equipos de protección individual que deban ser usados en la obra por el personal técnico, de supervisión y control o de cualquier otro tipo, incluidos los visitantes, cuya presencia en la obra puede ser prevista. En consecuencia estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que se utilicen efectivamente en la obra.

3.5.6.- Condiciones de las protecciones colectivas.

En la Memoria de este estudio se contemplan numerosas definiciones técnicas de los sistemas y protecciones colectivas que están previstos aplicar en la obra, en sus diferentes actividades o unidades de obra. Dichas definiciones tienen el carácter de prescripciones técnicas mínimas, por lo que no se considera necesario ni útil su repetición aquí, sin perjuicio de la remisión de este Pliego a las normas reglamentarias aplicables en cada caso y a la concreción que se estima precisa en las prescripciones técnicas mínimas de algunas de las protecciones que serán abundantemente utilizables en el curso de la obra.

Así, las vallas autónomas de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm. y estarán pintadas en blanco o en amarillo o naranja luminosos, manteniendo su pintura en correcto estado de conservación y no presentando indicios de óxido ni elementos doblados o rotos en ningún momento.

Los pasillos cubiertos de seguridad que deban utilizarse en estructuras estarán contruidos con pórticos de madera, con pies derechos y dinteles de tablones embridados, o metálicos a base de tubos y perfiles y con cubierta cuajada de tablones o de chapa de suficiente resistencia ante los impactos de los objetos de caída previsible sobre los mismos. Podrán disponerse elementos amortiguadores sobre la cubierta de estos pasillos.

Las redes perimetrales de seguridad con pescantes de tipo horca serán de poliamida. Las redes de bandeja o recogida se situarán en un nivel inferior, pero próximo al de trabajo, con altura de caída sobre la misma siempre inferior a 6 metros.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Las barandillas de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg./m., como mínimo.

Los cables de sujeción de cinturones y arneses de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada. Estarán, en todo caso, anclados en puntos fijos de la obra ya construida (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos, etc.) o de estructuras auxiliares, como pórticos que pueda ser preciso disponer al efecto.

Todas las pasarelas y plataformas de trabajo tendrán anchos mínimos de 60 cm. y, cuando se sitúen a más de 2,00 m. del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm. de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

Las escaleras de mano estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a aquélla que garantice una tensión máxima de 24 V., de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del interruptor diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo cuadro eléctrico general, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omnipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los cuadros de distribución deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente.

Los tableros portantes de bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los extintores de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m. sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

En cuanto a la señalización de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquella que corresponde al tráfico exterior afectado por la obra. En el primer caso son de aplicación las prescripciones establecidas por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, ya citado en este Pliego, en tanto que la señalización y el balizamiento del tráfico, en su caso, vienen regulados por la Norma 8.31C de la Dirección General de Carreteras, como corresponde a su contenido y aplicación técnica. Esta distinción no excluye la posible complementación de la señalización de tráfico durante la obra cuando la misma se haga exigible para la seguridad de los trabajadores que trabajen en la inmediación de dicho tráfico, en evitación de intromisiones accidentales de este en las zonas de trabajo.

Dichos complementos, cuando se estimen necesarios, deberán figurar en el plan de seguridad y salud de la obra.

Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente tales condiciones, en las condiciones y plazos que en cada caso se fijen en el plan de seguridad y salud.

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes sistemas de protección colectiva y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, construcción, montaje, almacenamiento y mantenimiento de los equipos de protección colectiva utilizados en la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuesto específico.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Pliego de Condiciones

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Las protecciones colectivas que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los sistemas de protección colectiva y la señalización que deberán ser dispuestos para su aplicación en el conjunto de actividades y movimientos en la obra o en un conjunto de tajos de la misma, sin aplicación estricta a una determinada unidad de obra. En consecuencia, estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que sean dispuestos efectivamente en la obra.

3.6.- PLIEGO DE CONDICIONES DE PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

3.6.1.- Obligaciones agentes intervinientes.

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma ó entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.
- En las obras de edificación sujetas la licencia urbanística la legislación autonómica podrá imponer al promotor (productor de residuos) la obligación de constituir una fianza, o garantía financiera equivalente, que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, cuyo importe se basará en el capítulo específico de gestión de residuos del presupuesto de la obra.
- Todos los trabajadores intervinientes en obra han de estar formados e informados sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente de aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.

3.6.2.- Gestión de residuos.

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.
- Para el caso de los residuos con amianto se cumplirán los preceptos dictados por el RD 396/2006 sobre la manipulación del amianto y sus derivados.
- El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera...) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

3.6.3.- Derribo y demolición.

- En los procesos de derribo se priorizará la retirada tan pronto como sea posible de los elementos que generen residuos contaminantes y peligrosos. Si es posible, esta retirada será previa a cualquier otro trabajo.
- Los elementos constructivos a desmontar que tengan como destino último la reutilización se retirarán antes de proceder al derribo o desmontaje de otros elementos constructivos, todo ello para evitar su deterioro. En la planificación de los derribos se programarán de manera consecutiva todos los trabajos de desmontaje en los que se genere idéntica tipología de residuos con el fin de facilitar los trabajos de separación.

3.6.4.- Separación.

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.
- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos.
- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.
- La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra. Cuando por falta de espacio físico no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación de separación.
- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.
- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas o Gestores de Residuos.

3.6.5.- Documentación.

- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento reciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.
- El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.
- Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma.
- El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

3.6.6.- Normativa.

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 120/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

- Real Decreto 952/1997, que modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1998.

- LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

- REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Cartagena, Febrero de 2014

Fdo. Ramón Puerta Alguacil

DOCUMENTO Nº 4
ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD

4.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.1.- Estudio Básico de Seguridad y Salud para Líneas de Media y Baja Tensión.

4.1.1.- Objeto.

4.1.2.- Campo de aplicación.

4.1.3.- Normativa aplicable.

4.1.3.1.- Normas oficiales.

4.1.3.2.- Normas de Iberdrola.

4.1.4.- Metodología y desarrollo del estudio.

4.1.4.1.- Aspectos generales.

4.1.4.2.- Identificación de riesgos.

4.1.4.2.1.- Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

4.1.4.2.2.- Medidas preventivas de carácter general.

4.1.4.2.3.- Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.

4.1.4.2.3.1.- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

4.1.4.2.3.2.- Relleno de tierras.

4.1.4.2.3.3.- Encofrados.

4.1.4.2.3.4.- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

4.1.4.2.3.5.- Trabajos de manipulación del hormigón.

4.1.4.2.3.6.- Instalación eléctrica provisional de obra.

4.1.4.2.4.- Medidas preventivas para Líneas Subterráneas de MT y BT.

4.1.4.2.4.1.- Transporte y acopio de materiales.

4.1.4.2.4.2.- Movimiento de tierras, apertura de zanjas y
reposición del pavimento.

4.1.4.2.4.3.- Cercanía a las Líneas de Alta y Media Tensión.

4.1.4.2.4.4.- Tendido, empalme y terminales de conductores
subterráneos.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio Básico de Seguridad y Salud

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

4.1.4.3.- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.

4.1.4.4.- Protecciones.

4.1.4.5.- Características generales de la obra.

4.1.4.6.- Riesgos laborales no eliminables completamente.

4.1.5.- Conclusión.

4.1.6.- Anejos de EBSS para Líneas de Media y Baja Tensión.

4.1.6.1.- Anejo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

4.1.6.2.- Anejo 2: Líneas subterráneas.

4.1.6.3.- Anejo 3: Instalación/Retirada de equipos de medida en Baja Tensión, sin tensión.

4.1.6.4.- Anejo 4: Trabajos en tensión.

4.2.- Estudio Básico de Seguridad y Salud para Centros de Transformación.

4.2.1.- Objeto.

4.2.2.- Características de la obra.

4.2.2.1.- Suministro de energía eléctrica.

4.2.2.2.- Suministro de agua potable.

4.2.2.3.- Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.

4.2.2.4.- Interferencias y servicios afectados.

4.2.3.- Memoria.

4.2.3.1.- Obra civil.

4.2.3.1.1.- Movimiento de tierras y cimentación.

4.2.3.1.2.- Estructura.

4.2.3.1.3.- Cerramientos.

4.2.3.1.4.- Albañilería.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio Básico de Seguridad y Salud

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

4.2.3.2.- Montaje.

4.2.3.2.1.- Colocación de soportes y embarrados.

4.2.3.2.2.- Montaje de celdas prefabricadas o aparamenta,
transformadores de potencia y cuadros de Baja Tensión.

4.2.3.2.3.- Operaciones de puesta en tensión.

4.2.4.- Aspectos generales.

4.2.4.1.- Botiquín de obra.

4.2.5.- Normativa aplicable.

4.2.5.1.- Normas oficiales.

4.2.6.- Anejos de EBSS para Centros de Transformación.

4.3.6.1.- Anejo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

4.3.6.2.- Anejo 2: Centros de Transformación.

4.3.6.3.- Anejo 3: Trabajos en tensión.

4.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.1.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LÍNEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

4.1.1.- Objeto.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud, establece las previsiones respecto a la prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, durante la construcción de esta obra.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que trabajo, en los proyectos de edificaciones, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de prevención de riesgos profesionales que puedan ser evitados indicando las medidas técnicas necesarias, los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificar las medidas preventivas y protecciones técnicas pendientes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas y las previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día y en las debidas condiciones los previsibles trabajos posteriores.

4.1.2.- Campo de aplicación.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud se aplica en las obras de construcción de Líneas Subterráneas, que realiza la compañía eléctrica Iberdrola.

4.1.3.- Normativa aplicable.

4.1.3.1- Normas oficiales.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- 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 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.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- 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.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Real Decreto 485/1997, en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- 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 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por 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.

4.1.3.2.- Normas de 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 adjuntara a la petición de oferta.

4.1.4.- Metodología y desarrollo del estudio.

4.1.4.1.- 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.

4.1.4.2.- 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 más adelante serán descritas.

4.1.4.2.1.- Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

Los riesgos más frecuentes durante las obras de construcción son:

- 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.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frio-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 turnos.

4.1.4.2.2.- 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, perfilera 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 (saco 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 tendrán 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.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio Básico de Seguridad y Salud

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- 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 hacerla 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.
- 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 cuadro 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 averías 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.

4.1.4.2.3.- Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.

4.1.4.2.3.1.- 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 metros.
- La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros 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.

- Se efectuará el achique inmediato e 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:
 - o Se procederá a solicitar a la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
 - o La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
 - o La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 metros, en zonas accesibles durante la construcción.
 - o Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

4.1.4.2.3.2.- 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 metros 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.

4.1.4.2.3.3.- Encofrados.

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, 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.

4.1.4.2.3.4.- 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 a 1,50 metros. 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.

4.1.4.2.3.5.- 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 hormigonera a menos de 2 metros 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 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.

4.1.4.3.3.6.- 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 defecto 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 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas de antihumedad.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio Básico de Seguridad y Salud

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- Las mangueras de “alargadera” por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los apartamentos 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.
- 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:
 - o 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
 - o 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - o 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de 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:
 - o Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manquera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentación a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a 2 metros, 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 permitirán 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.

4.1.4.2.4.- Medidas preventivas para líneas subterráneas de Media y Baja Tensión.

A continuación se recogen las medidas preventivas específicas para cada uno de los trabajos nombrados anteriormente, que comprenden la realización de la Línea Subterránea de Media Tensión.

4.1.4.2.4.1.- 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.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos
Caída de tensión	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.

4.1.4.2.4.2.- Movimiento de tierras, apertura de zanjas y reposición de pavimento.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none">- Caída a las zanjas.- Desprendimiento 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	<ul style="list-style-type: none">- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.- Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento.- 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 al personal y velar por su utilización.- Establecer las entibaciones en las zonas que sean necesarias.

4.1.4.2.4.3.- Cercanía a las líneas de Alta y Media Tensión.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none">- Caída de personas al mismo nivel- Caída de personas a distinto nivel- Caída de objetos- Desprendimientos, desplomes y derrumbes- Choques y golpes- Proyecciones- Contactos eléctricos- Arco eléctrico- Explosiones- Incendios	<ul style="list-style-type: none">- En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad.- Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.- Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada.- Estimación de las distancias por exceso.- Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.- Distancias específicas para personal no facultad a trabajar en instalaciones eléctricas- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes.- (Distancias, cruzamientos, paralelismos.).- Según capítulo séptimo del R.A.T.- Puestas a tierra en buen estado.- Apoyos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos.- Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.- Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.- Terreno no favorable: descubrir cada nueve años- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.- Protección contra sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.- Solicitar permisos de Trabajos con riesgos especiales

Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra.
- Protección contra sobrecargas (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos)
- Protección contra sobretensiones (pararrayos).
- Señalizaciones y delimitación.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - o Guantes aislantes.
 - o Casco y botas de seguridad.
 - o Gafas de protección.

4.1.4.2.4.4.- Tendido, empalme y terminales de conductores subterráneos.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none">- Caídas de altura de personas.- Cortes en las manos.- Caídas de objetos a distinto nivel (herramientas, tornillos, etc.,)- Electrocuciones por contacto indirecto.- Sobresfuerzos.- Contacto con elementos candentes.- Vuelco de maquinaria.- Atrapamientos.	<ul style="list-style-type: none">- Utilización de casco, guantes y calzado adecuado.- Emplear bolsas porta-herramientas.- Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización.- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.- Control de maniobras y vigilancia continuada.- Utilizar fajas de protección lumbar.

4.1.4.3.- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendientes 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 relativa 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 personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los 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.

4.1.4.4.- Protecciones.

Ropas de trabajo:

Ropas 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 necesario según el tipo de trabajo.
- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN:
 - o Calzado de seguridad.
 - o Casco de seguridad.
 - o Guantes aislantes de electricidad Baja Tensión y Alta Tensión.
 - o Guantes de protección mecánica.
 - o Pantalla contra proyecciones.
 - o Gafas de seguridad.
 - o Cinturón de seguridad.
 - o Discriminador de Baja Tensión.
- Protecciones colectivas:
 - o Señalización: cintas, banderolas, etc.
 - o 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 y C.

4.1.4.5.- 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.

El tipo de obra a realizar y la situación de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

B. Suministros de energía eléctrica.

No es necesario por la característica de la obra.

C. Suministro de agua potable.

No se prevé.

D. Servicios higiénicos.

No se prevé.

E. Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores.

Entre otras cosas se deberá de 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.

4.1.4.6.- Riesgos laborales 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 de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse en:

Toda la obra:

1) 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.
 - Sobresfuerzos.
- 2) 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 (1 m) a líneas eléctricas de Baja Tensión.
 - Recubrimiento, o distancia de seguridad (3-5 m) a líneas eléctricas de Alta Tensión.
 - 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 2 m.
 - Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.
 - Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.
 - Extintor de polvo seco.
 - Evacuación de escombros.
 - Escaleras auxiliares.
 - Información específica.
 - Grúa parada y en posición veleta.
- 3) Equipos de protección individual:
- Cascos de seguridad.
 - Calzado protector.
 - Ropa de trabajo.
 - Casquetes antirruidos.
 - Gafas de seguridad.
 - Cinturones de protección.

Movimientos de tierras:

- 1) 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 y vibraciones.
 - Interferencia con instalaciones enterradas.
 - Electrocuciiones.
- 2) 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 acoplar 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.

4.1.5.- 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.

4.1.6.- Anejos de EBSS para Líneas de Media y Baja Tensión.

Se detallan los riesgos y las medidas de prevención específicas de cada actividad.

4.1.6.1.- Anejo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCION 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">- Golpes.- Heridas.- Caídas.- Atrapamientos.- Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.- Elementos candentes y quemaduras.- Presencia de animales, colonias, etc.	<ul style="list-style-type: none">- Ver punto 6.1.4.4. (Protecciones)- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.- Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.- Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.

4.1.6.2.- Anejo 2: 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.

- 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 Anejo 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 y revisión del entorno.
- 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 4.1.4.4, 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.
- Ver Anejo 1 y revisión del entorno.

4.1.6.3.- Anejo 3: Instalación/Retirada de equipos de medida en Baja Tensión, sin tensión.

1) Actividades:

- Acopio, carga y descarga.
- Desconexión/conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- Montaje/desmontaje.

2) Riesgos de cada actividad:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.
- Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atrapamientos.
- 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 4.1.4.4. Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- Ver punto 4.1.4.4. 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 4.1.4.4, 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.

* LAS 5 REGLAS DE ORO
<ul style="list-style-type: none">- Cortar todas las fuentes de 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.

4.1.6.4.- Anejo 4: Trabajos en tensión.

1) 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, tal como se indica en el presente Anejo.

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.

2) 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/o 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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio Básico de Seguridad y Salud

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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.

4.2.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

4.2.1.- 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.

4.2.2.- Características de la obra.

Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

4.2.2.1.- 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.

4.2.2.2.- 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.

4.2.2.3.- 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.

4.2.2.4.- 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.

4.2.3.- 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.

4.2.3.1.- Obra civil.

4.2.3.1.1.- Movimiento de tierras y cimentación.

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.

4.2.3.1.2.- 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.
- * Electrocuciiones 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.

4.2.3.1.3.- 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.

4.2.3.1.4.- 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.

4.2.3.2.- Montaje.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

4.2.3.2.1.- Colocación de soportes y embarrados.

a) Riesgos más frecuentes:

- * Caídas al distinto nivel.
- * Choques o golpes.
- * Proyección de partículas.
- * Contacto eléctrico indirecto.

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.

4.2.3.2.2.- Montaje de celdas prefabricadas o aparamenta, transformadores de potencia y cuadros de Baja Tensión.

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 señalista o por el enganchador.

4.2.3.2.3.- Operaciones de puesta en tensión.

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.

4.2.4.- 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.

4.2.4.1.- 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.

4.2.5.- Normativa aplicable.

4.2.5.1.- 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.

4.2.6.- Anejos de EBSS de Centros de Transformación.

Se detallan los riesgos y las medidas de prevención específicas de cada actividad para los trabajos en Centros de Transformación.

4.2.6.1.- Anejo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCION 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">- Golpes.- Heridas.- Caídas.- Atrapamientos.- Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.- Elementos candentes y quemaduras.- Presencia de animales, colonias, etc.	<ul style="list-style-type: none">- Ver punto 6.1.4.4. (Protecciones)- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.- Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.- Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.

4.2.6.2.- Anejo 2: Centros de Transformación.

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, atrapamientos, 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.
- Ver Anejo 1.

3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- 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.
- Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entubamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.
- 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.
- 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 gasoil. Vehículos autorizados para ello, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gasoil. Vehículos autorizados para ello, para el llenado del Grupo Electrónico estarán en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios y ver Anejo 1.
- Ver Anejo 1.

4.2.6.3.- Anejo 3: Trabajos en tensión.

1) 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:

- d) Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- e) Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- f) 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, tal como se indica en el presente Anejo.

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.

2) 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/o 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

PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio Básico de Seguridad y Salud

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

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.

Cartagena, Febrero de 2014

Fdo. Ramón Puerta Alguacil

DOCUMENTO Nº 5
PLAN DE GESTIÓN DE
RESIDUOS

5.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

5.1.- Identificación de los residuos.

5.1.1.- Generalidades.

5.1.2.- Definiciones.

5.1.3.- Clasificación y descripción de los residuos.

5.1.3.1- RCD's de Nivel I.

5.1.3.2- RCD's de Nivel II.

5.2.- Medidas de prevención de residuos.

5.2.1.- Prevención en tareas de derribo.

5.2.2.- Prevención en la adquisición de materiales.

5.2.3.- Prevención en la puesta en obra.

5.2.4.- Prevención en el almacenamiento en obra.

5.3.- Clasificación de residuos de la construcción y demolición.

5.4.- Estimación de la cantidad de RCD's.

5.5.- Medidas para la separación en obra.

5.6.- Previsión de reutilización.

5.7.- Destino final de los residuos.

5.8.- Pictogramas.

5.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

Dado que se va a efectuar la apertura de zanjas y tendido de cables de Media y Baja Tensión para la electrificación de un polígono residencial del que es objeto el presente proyecto, se lleva a cabo el siguiente Plan de Gestión de Residuos.

De acuerdo con la ORDEN 2690/2006, de 28 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición y presenta el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el artículo 3.

5.1.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.

5.1.1.- Generalidades.

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, los cuales sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Así, por ejemplo, al iniciarse una obra es habitual que haya que derribar una construcción existente y/o que se deban efectuar ciertos movimientos de tierras. Durante la realización de la obra también se origina una importante cantidad de residuos en forma de sobrantes y restos diversos de embalajes.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra y el derribo con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos. En efecto, en cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

La previsión incluso debe alcanzar a la gestión de los residuos del comedor del personal y de otras actividades, que si bien no son propiamente la ejecución material se originarán durante el transcurso de la obra: reciclar los residuos de papel de la oficina de la obra, los toners y tinta de las impresoras y fotocopiadoras, los residuos biológicos, etc.

En definitiva, ya no es admisible la actitud de buscar excusas para no reutilizar o reciclar los residuos, sin tomarse la molestia de considerar otras opciones.

5.1.2.- Definiciones.

- Residuo: Según la ley 10/98 se define residuo a cualquier sustancia u objeto del que su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse.
- Residuo peligroso: Son materias que en cualquier estado físico o químico contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana o los recursos naturales. En última instancia, se considerarán residuos peligrosos los indicados en la "Orden MAM/ 304/ 2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos" y en el resto de normativa nacional y comunitaria. También tendrán consideración de residuo peligroso los envases y recipientes que hayan contenido residuos o productos peligrosos.
- Residuos no peligrosos: Todos aquellos residuos no catalogados como tales según la definición anterior.
- Residuo inerte: Aquel residuo No Peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- Residuo de construcción y demolición: Cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de residuo se genera en una obra de construcción y de demolición.
- Código LER: Código de 6 dígitos para identificar un residuo según la Orden MAM/304/2002.
- Productor de residuos: La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- Poseedor de residuos de construcción y demolición: La persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos.

En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

- Volumen aparente: Volumen total de la masa de residuos en obra, espacio que ocupan acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos entre medio. En última instancia, es el volumen que realmente ocupan en obra.
- Volumen real: Volumen de la masa de los residuos sin contar espacios vacíos, es decir, entendiendo una teórica masa compactada de los mismos.
- Gestor de residuos: La persona o entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Han de estar autorizados o registrados por el organismo autonómico correspondiente.
- Destino final: Cualquiera de las operaciones de valorización y eliminación de residuos enumeradas en la "Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".
- Reutilización: El empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- Reciclado: La transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.
- Valorización: Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- Eliminación: Todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

5.1.3.- Clasificación y descripción de los residuos.

5.1.3.1- RCD's de Nivel I.

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

5.1.3.2- RCD's de Nivel II.

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideraran incluidos en el computo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Requisitos legales:

- Ley 42/75 de 19 de noviembre de Desechos y Residuos sólidos urbanos.
- Ley 10/98 de 21 de abril de Residuos.
- RD 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2000-2006, 12 de julio de 2001.
- Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.
- Listado de los códigos LER de los residuos de construcción y demolición.

Se garantizará en todo momento:

- Comprar la cantidad justa de materias para la construcción, evitando adquisiciones masivas, que provocan la caducidad de los productos, convirtiéndolos en residuos.
- Evitar la quema de residuos de construcción y demolición.
- Evitar vertidos incontrolados de residuos de construcción y demolición.
- Habilitar una zona para acopiar los residuos inertes, que no estará en:
 - Cauces.
 - Vaguadas.
 - Lugares a menos de 100 m. de las riberas de los ríos.
 - Zonas cercanas a bosques o áreas de arbolado.
 - Espacios públicos.
- Los residuos de construcción y demolición inertes se trasladarán al vertedero, ya que es la solución ecológicamente más económica.
- Antes de evacuar los escombros se verificará que no estén mezclados con otros residuos.
- Reutilizar los residuos de construcción y demolición:
 - Las tierras y los materiales pétreos exentos de contaminación en obras de construcción, restauración, acondicionamiento o relleno.
 - Los procedentes de las obras de infraestructura incluidos en el Nivel I, en la restauración de áreas degradadas por la actividad extractiva de canteras o graveras, utilizando los planes de restauración.

5.2.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS.

5.2.1.- Prevención en tareas de derribo.

- Como norma general, el derribo se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.
- Dado que se prevé la utilización de técnicas de derribo masivo, se garantizará previo al inicio de estos trabajos, que han sido retirados todos los residuos peligrosos y, en su caso, aquellos elementos destinados a reutilización.

5.2.2.- Prevención en la adquisición de materiales.

- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan lo mismos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.

5.2.3.- Prevención en la puesta en obra.

- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

5.2.4.- Prevención en el almacenamiento en obra.

- Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.
- Los residuos catalogados como peligrosos deberán almacenarse en un sitio especial que evite que se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos derivados del yeso que los contaminen mermando sus prestaciones.

5.3.- CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

A continuación se exponen los códigos LER de algunos residuos de construcción y demolición, estando marcados los tipos que se prevén:

- TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN:

X	17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

- RESTO RCD's:

RCD: Naturaleza pétreo:

1. Arena, grava y otros áridos		
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla

2. Hormigón		
	17 01 01	Hormigón

3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos		
	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
X	17 01 07	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del código 17 01 06

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

4. Piedra		
X	17 09 04	RCD's mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Naturaleza no pétreo:

1. Asfalto		
X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01

2. Madera		
	17 02 01	Madera

3. Metales(incluidas aleaciones)		
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10

4. Papel		
	20 01 01	Papel

5. Plástico		
X	17 02 03	Plástico

6. Vidrio		
	17 02 02	Vidrio

7. Yeso		
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los 17 08 01

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

RCD: Basuras, potencialmente peligrosos y otros:

1. Basuras		
X	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 03 01	Mezclas de residuos municipales

2. Potencialmente peligrosos		
	17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas
	17 02 04	Vidrio, plástico y madera con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
X	17 03 01	Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla
X	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP
	17 09 01	Residuos de construcción que contienen Mercurio
	17 03 02	Residuos de construcción que contienen PCB
	17 03 03	Otros residuos de construcción que contienen SP
	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 02 02	Absorbentes contaminados (trapos, etc.)
	17 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor, etc.)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 10	Envases vacíos de metal contaminados
	15 01 10	Envases vacíos de plástico contaminados
	08 01 11	Sobrantes de pintura
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	08 01 11	Sobrantes de barnices
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RC mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03

5.4.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RCD's.

<i>Residuo</i>	<i>Código LER</i>	<i>Densidad (Kg/m³)</i>	<i>Volumen (m³)</i>	<i>Peso (Toneladas)</i>
Mezcla de hormigón, ladrillos, etc.	170107	1500	0,5	0,750
Asfalto	170302	2100	0,5	1,05
Piedra	170904	1800	2	3,6
Tierra sobrante de relleno	170504	1500	60	90
Tubos PVC	170903	1350	0,1	0,135
Restos (cableado)		850	0,5	0,425
Basuras	200201	600	4	2,4
TOTAL DE RESIDUO GENERADO			67,6	98,36

5.5.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN EN OBRA.

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición se tomarán las siguientes medidas:

- Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.
- Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- Los residuos químicos peligrosos como restos de desencofrantes, pinturas, colas, ácidos, etc., se almacenarán en casetas ventiladas, bien iluminadas, ordenadas, cerradas, cubiertas de la intemperie, sin sumideros por los que puedan evacuarse fugas o derrames, cuidando de mantener la distancia de seguridad entre residuos que sean sinérgicos entre sí o incompatibles, agrupando los residuos por características de peligrosidad y en armarios o estanterías diferenciadas, en envases adecuados y siempre cerrados, a temperaturas máximas de 55°C (se habilitará una cubierta general para proporcionarles sombra permanentemente), o menores de 21°C para productos inflamables (cuando a la sombra, se prevea superar esta temperatura, estos residuos habrán de retirarse de inmediato, y se interrumpirán los trabajos que los generen hasta que las condiciones ambientales lo permitan, según los parámetros indicados). También contarán con cubetas de retención en función de las características del producto o la peligrosidad de mezcla con otros productos almacenados.
- Todos los productos envasados que tengan carácter de residuo peligroso deberán estar convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y el pictograma normalizado de peligro.
- Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.
- Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.
- Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.
- Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.
- Se evitará la contaminación de los residuos pétreos separados con destino a valorización con residuos derivados del yeso que los contaminen mermando sus prestaciones.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

Según el artículo 5.5 del real Decreto 105/2008, ofrece los siguientes umbrales de separación de residuos:

Hormigón	80 toneladas
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 toneladas
Metal	2 toneladas
Madera	1 tonelada
Vidrio	1 tonelada
Plástico	0,5 toneladas
Papel y cartón	0,5 toneladas

5.6.- PREVISIÓN DE REUTILIZACIÓN.

La mayor parte de la tierra proveniente de la excavación será reutilizada para el relleno de las zanjas y parcelas que admitan dicho relleno.

Los residuos generados estimados en el apartado 5.4 del presente documento, se trasladarán a los correspondientes vertederos autorizados.

5.7.- DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS.

En la Región de Murcia existen distintas infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos que se han financiado gracias a la aportación económica que se recibe de la Unión Europea a través de los Fondos Estructurales (Fondo FEDER) y del Fondo de Cohesión. Entre ellos se encuentran:

- ❖ Infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos.
- ❖ Sellado de Vertederos:
 - Conjunto de actuaciones destinadas al control y la recuperación de emplazamientos afectados por vertederos agotados incluyendo la vigilancia posterior.
 - En funcionamiento: Calasparra, Cartagena (El Gorguel), Murcia, Cieza, Cehegín, Moratalla, Fortuna, Mazarrón.
- ❖ Centros de Gestión Diferenciada de Residuos:
 - Conjunto de instalaciones asociadas que agrupan operaciones de recogida selectiva y gestión diferenciada de residuos urbanos según su naturaleza.
 - En funcionamiento: San Javier, Torre Pacheco, Mazarrón.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

- ❖ Plantas de Aprovechamiento de Biogás de vertedero:
 - Instalación de valorización de los gases producidos en los procesos de degradación de los residuos eliminados en vertedero.
 - En funcionamiento: Murcia.

- ❖ Plantas de Recuperación y Compostaje:
 - Instalaciones de tratamiento que permiten separa las fracciones valorizables de los residuos urbanos y aprovechar los residuos biodegradables mediante procesos de fermentación aerobia.
 - En funcionamiento: Murcia, Lorca, Cartagena.

- ❖ Plantas de Selección de Envases:
 - Instalación en la cual se descargan, almacenan y seleccionan los residuos en fracciones reciclables o valorizables.
 - En funcionamiento: Murcia.

- ❖ Estaciones de Transferencia de Residuos Urbanos:
 - Instalaciones que permiten la descarga de los camiones de recogida viaria en contenedores de mayor capacidad para su transporte a pantas de recuperación o selección.
 - En funcionamiento: Los Alcázares, Calasparra, Mazarrón y Yecla.

- ❖ Ecoparques (punto limpio):
 - Es un Centro de recogida selectiva de residuos urbanos domiciliarios, valorizables y especiales, que no tienen cabida en los contenedores tradicionales.
 - El Ecoparque es un lugar donde los ciudadanos, pueden depositar los residuos, con la certeza de que serán retirados por gestores autorizados, que procederán a su posterior reciclaje o procesamiento.
 - En funcionamiento:
 - FONDO FEDER: Águilas, Alcantarilla, Alguazas, Las Torres de Cotillas, Los Alcázares, Mula, Pliego, San Javier, Santiago de la Ribera, Torre Pacheco, Murcia, Totana y Molina de Segura.
 - FONDO DE COHESIÓN: Abanilla, Águilas, Alhama de Murcia, Aledo, Bullas, Calasparra, Cehégín, Cieza, Fortuna, Jumilla, Moratalla, San Pedro del Pinatar, Santomera, Yecla y Caravaca.
 - MUNICIPALES: Lorca, Ceutí y Cartagena.

5.8.- PICTOGRAMAS.

 <p>O Comburente</p>	<p>Comburentes: las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen una reacción fuertemente exotérmica.</p>	 <p>F Fácilmente inflamables</p>	<p>Fácilmente inflamables: Que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, o que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación o que, en contacto con el agua o con el aire húmedo, desprendan gases inflamables.</p>
 <p>F+ Extremadamente inflamable</p>	<p>Extremadamente inflamables: sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión ambientes, sean inflamables en contacto con el aire.</p>	 <p>E Explosivo</p>	<p>Explosivos: las sustancias y preparados que, incluso en ausencia del oxígeno del aire, pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que detonan, deflagran rápidamente o explotan.</p>
 <p>C Corrosivo</p>	<p>Corrosivos: las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.</p>	 <p>T+ Muy tóxico</p>	<p>Muy tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>

PROYECTO FIN DE CARRERA

Plan de Gestión de Residuos

Ramón Puerta Alguacil D.N.I. 34818883 B

 <p>T Toxico</p>	<p>Tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>	 <p>Xn Nocivos</p>	<p>Nocivos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>
 <p>Xi Irritante</p>	<p>Irritantes: las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.</p>	 <p>N Peligro para el Medio ambiente</p>	<p>Peligrosos para el medio ambiente: las sustancias y preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.</p>

Cartagena, Febrero de 2014

Fdo. Ramón Puerta Alguacil

DOCUMENTO Nº 6
PRESUPUESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP.01 OBRA CIVIL									
01.01	m ZANJA ACERA 0.40x0.70 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 1 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,40 x 0,70 m., arena de río para asiento de cables, multítubo 4x40 mm., placa normalizada de PVC, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						1.904,00	8,59	16.355,36
01.02	m ZANJA ACERA 0.50x0.70 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 2 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,50 x 0,70 m., arena de río para asiento de cables, multítubo 4x40 mm., placa normalizada de PVC, cintas de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						264,50	9,96	2.634,42
01.03	m ZANJA ACERA 0.40x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 3 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,40 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multítubo 4x40 mm., placa normalizada de PVC, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						286,00	13,57	3.881,02
01.04	m ZANJA ACERA 0.40x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 4 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,40 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multítubo 4x40 mm., placa normalizada de PVC, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						68,00	10,96	745,28
01.05	m ZANJA ACERA 0.50x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 5 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,50 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multítubo 4x40 mm., placa normalizada de PVC, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						107,50	16,28	1.750,10
01.06	m ZANJA ACERA 0.50x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 6 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,50 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multítubo 4x40 mm., placa normalizada de PVC, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						30,11	13,96	420,34
01.07	m ZANJA ACERA 0.50x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 7 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,50 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multítubo 4x40 mm., placa normalizada de PVC, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						31,50	19,69	620,24
01.08	m ZANJA ACERA 0.50x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 8 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,50 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multítubo 4x40 mm., placa normalizada de PVC, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						46,00	19,69	905,74

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.09	m ZANJA ACERA 0.50x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 9 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,50 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multitubo 4x40 mm., placas normalizadas de PVC, cintas de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						187,50	20,61	3.864,38
01.10	m ZANJA ACERA 0.50x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 10 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,50 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multitubo 4x40 mm., placas normalizadas de PVC, cintas de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						124,00	20,61	2.555,64
01.11	m ZANJA ACERA 0.50x1.30 Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 11 Excavación a máquina de zanja en acera de 0,50 x 1,30 m., arena de río para asiento de cables, multitubo 4x40 mm., placas normalizadas de PVC, cintas de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial en tongadas de 10 cm. y reposición de acera, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						66,00	20,61	1.360,26
01.12	m CANALIZ. CRUCE DE CALZADA Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 12 Excavación a máquina de zanja en cruce de calzada de 0,60 x 1,30 m., 50 cm. de hormigón H-125, 2 tubos coarrugados de PE de 160 mm., multitubo 4x40 mm. cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial y reposición de aglomerado asfáltico, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						52,50	17,55	921,38
01.13	m CANALIZ. CRUCE DE CALZADA Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 13 Excavación a máquina de zanja en cruce de calzada de 0,60 x 1,30 m., 50 cm. de hormigón H-125, 4 tubos coarrugados de PE de 160 mm., multitubo 4x40 mm. cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial y reposición de aglomerado asfáltico, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						77,50	28,64	2.219,60
01.14	m CANALIZ. CRUCE DE CALZADA Y REPOSICIÓN. ZANJA TIPO 14 Excavación a máquina de zanja en cruce de calzada de 0,80 x 1,30 m., 50 cm. de hormigón H-125, 6 tubos coarrugados de PE de 160 mm., multitubo 4x40 mm. cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con zahorra natural o artificial y reposición de aglomerado asfáltico, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.						14,40	37,49	539,86
TOTAL CAPÍTULO CAP.01 OBRA CIVIL									38.773,62

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP.02 LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN									
02.01	ud ARMARIO URBANIZACIÓN BT DE SECC. Y MEDIDA CPM3-D2/ -CS-M Armario de urbanización para BT de seccionamiento y medida para instalación 1 contador monofásico, incluso basamento, protección con obra civil y terminales.						3,00	316,25	948,75
02.02	ud ARMARIO URBANIZACIÓN BT DE SECC. Y MEDIDA CPM3-D2/2 -CS-M Armario de urbanización para BT de seccionamiento y medida para instalación 2 contadores monofásicos, incluso basamento, protección con obra civil y terminales.						81,00	333,50	27.013,50
02.03	ud ARMARIO URBANIZACIÓN BT DE SECC. Y MEDIDA CPM3-D/E4/ -CS-M Armario de urbanización para BT de seccionamiento y medida para instalación 1 contador trifásico, incluso basamento, protección con obra civil y terminales.						30,00	322,00	9.660,00
02.04	m LÍNEA XZ1 3x240+1x150 AI XLPE 0,6/1KV Suministro y colocación de línea formada por conductores de aluminio, designación UNE XZ1 aislamiento XLPE 0,6/1 KV, de 3x(1x240) + 1x(1x150) mm ² , tendido zanjas, incluso cinta aislante para señalización y maceado de conductores						2.211,00	20,70	45.767,70
02.05	m LÍNEA 3x150+1x95 AI XLPE 0,6/1KV Suministro y colocación de línea formada por conductores de aluminio, designación UNE XZ1 aislamiento XLPE 0,6/1 KV, de 3x(1x150) + 1x(1x95) mm ² , tendido zanjas, incluso cinta aislante para señalización y maceado de conductores						1.640,00	16,10	26.404,00
02.06	ud TERMINALES CUADRO BT 3x240+1x150mm2 Juego de terminales en punta de línea BT a cuadro BT, de 3x240+1x150 mm2, colocados y conexiónados.						14,00	25,30	354,20
02.07	ud TERMINALES CUADRO BT 3x150+1x95mm3 Juego de terminales en punta de línea BT a cuadro BT, de 3x240+1x95 mm2, colocados y conexiónados.						8,00	20,70	165,60
02.08	ud PUESTA A TIERRA NEUTRO Puesta a tierra del neutro desde los armarios de seccionamiento, unida al borne del neutro, mediante pica de acero cobreizado de 2 m. de longitud y conductor de cobre aislado RV 0,6/1 KV de 50 mm ² de sección. Totalmente instalada.						114,00	40,25	4.588,50
02.09	ud FUSIBLE 50A Suministro y colocación de fusibles tipo DO2 de 50A en armario de seccionamiento. Totalmente instalado.						165,00	5,18	854,70
02.10	ud FUSIBLE 80A Suministro y colocación de fusibles tipo DO3 de 80A en armario de seccionamiento. Totalmente instalado.						30,00	6,56	196,80
02.11	ud FUSIBLE 160A Suministro y colocación de fusibles tipo NH de 160A en armario de seccionamiento. Totalmente instalado.								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.12	ud FUSIBLE 200A Suministro y colocación de fusibles tipo NH de 200A en armario de seccionamiento. Totalmente instalado.						201,00	9,55	1.919,55
02.13	ud ENSAYO CABLES Realización del ensayo e informe correspondiente sobre cables de baja tensión según protocolo de Iberdrola.						54,00	9,78	528,12
							22,00	69,00	1.518,00
	TOTAL CAPÍTULO CAP.02 LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN.....								119.919,42

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP.03 LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN									
SUBCAPÍTULO 03.01 LSMT DE ENTRONQUE-CR									
03.01.01	ud LÍNEA 12/20 KV 3(1X150/16) AL HEPRZ1 Suministro y colocación de conductor de aluminio denominación UNESA HEPRZ1 12/20 KV, 3x1x150/16 mm ² de sección, i/conexionado a centro de transformación. Totalmente instalado.						465,00	24,15	11.229,75
03.01.02	ud EMPALME MIXTO 3P95/240AL Realización de empalme mixto 3P95/240AI, normalizado con líneas subterráneas existentes.						1,00	288,65	288,65
03.01.03	ud JUEGO BOTELLAS TERMINALES EN "T" Juego de botellas terminales enchufables en "T" para interior, (cabinas compactas de hexafluoro), para cable seco de 150 mm ²						1,00	207,00	207,00
03.01.04	ud ENSAYO CABLES Realización del ensayo e informe correspondiente sobre cables de media tensión según protocolo de Iberdrola.						1,00	172,50	172,50
									11.897,90
SUBCAPÍTULO 03.02 LSMT ANILLO									
03.02.01	ud LÍNEA 12/20 KV 3(1X150/16) AL HEPRZ1 Suministro y colocación de conductor de aluminio denominación UNESA HEPRZ1 12/20 KV, 3x1x150/16 mm ² de sección, i/conexionado a centro						911,00	23,58	21.481,38
03.02.02	ud JUEGO BOTELLAS TERMINALES EN "T" Juego de botellas terminales enchufables en "T" para interior, (cabinas compactas de hexafluoro), para cable seco de 150 mm ²						1,00	207,00	207,00
03.02.03	ud ENSAYO CABLES Realización del ensayo e informe correspondiente sobre cables de media tensión según protocolo de Iberdrola.						5,00	172,50	862,50
									22.550,88

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.03 LSMT ABONADO									
03.03.01	ud LÍNEA 12/20 KV 3(1X150/16) AL HEPRZ1 Suministro y colocación de conductor de aluminio denominación UNESA HEPRZ1 12/20 KV, 3x1x150/16 mm ² de sección, i/conexionado a centro de transformación. Totalmente instalado.						353,00	24,15	8.524,95
03.03.02	ud JUEGO BOTELLAS TERMINALES EN "T"						1,00	207,00	207,00
03.03.03	ud ENSAYO CABLES Realización del ensayo e informe correspondiente sobre cables de media tensión según protocolo de Iberdrola.						1,00	172,50	172,50
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.03 LSMT ABONADO.....									8.904,45
TOTAL CAPÍTULO CAP.03 LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN.....									43.353,23

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP.04 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN									
SUBCAPÍTULO 04.01 CT TIPO PFU-5									
04.01.01	<p>ud EXCAVACIÓN DE FOSO PARA CT MOD. PFU-5</p> <p>Excavación de foso para C T modelo PFU-5 de Ormazábal, o similar, con dimensiones 6,5 x 3,5 x 0,7 m, incluso nivelado del mismo con arena de río, losa de hormigón HA-25 de 30 cm, con formación de arquetas para entrada y salida, y formación de acera perimetral posterior de 1 m. de ancho, con baldosa hidráulica.</p>						1,00	425,50	425,50
04.01.02	<p>ud EDIFICIO PARA CTR, TIPO. PFU-5</p> <p>Edificio para C.T.,constituido por módulo prefabricado de hormigón, tipo PFU-5 de Ormazábal o similar, colocado sobre losa existente</p>						1,00	6.799,38	6.799,38
04.01.03	<p>ud CONJUNTO 400A 24Kv CGM-COSMOS 1L</p> <p>Celda modular con función de línea o acometida, provista de interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra). de dimensiones 370 mm. de ancho, 735 mm. de fondo y 1300 mm. de altura. Mando manual tipo B. Totalmente instalada y conexionada.</p>						5,00	1.538,13	7.690,65
04.01.04	<p>ud CONJUNTO 400A 24Kv CGM-COSMOS 1P</p> <p>Celda modular con función de protección con fusibles, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra: antes y después de los fusibles) y protección con fusibles limitadores. de dimensiones 470 mm. de ancho, 735 mm. de fondo y 1300 mm. de altura. Mando manual tipo B. Totalmente instalada y conexionada.</p>						1,00	2.012,50	2.012,50
04.01.05	<p>ud PUENTES A.T. TRAF0</p> <p>Puentes de alta tensión a trafo, constituidos por cables AT 12/20 KV, conductores de sección y material 1x50 Al, empleando 3 de 10 m. de longitud, l/terminales. Totalmente terminados.</p>						1,00	675,63	675,63
04.01.06	<p>ud TRAF0 400 KVA 20 KV.</p> <p>Transformador trifásico de potencia, interior de baño de aceite, de 400 KVA, 20 KV/420 V en secundario y demás características definidas en memoria. Totalmente instalado.</p>						1,00	5.433,75	5.433,75
04.01.07	<p>ud FUSIBLES A.T. 25A</p> <p>Fusible de protección (A.T.) del trafo de 25A. Totalmente instalado.</p>						3,00	103,50	310,50
04.01.08	<p>ud JUEGO PUENTES BT</p> <p>Juego de puentes de trafo a cuadro de BT, constituidos por cable de, de sección y material 1x240 mm² Al (RV 0,6/1 KV), l/ terminales tipo TBI-M12/240, formado por cables en la cantidad de 3xFA-SE+2xNEUTRO. Totalmente instalados y conexionados.</p>						1,00	603,75	603,75
04.01.09	<p>ud CUADRO BT 8 SALIDAS</p> <p>Cuadro de baja tensión con 8 salidas trifásicas, del tipo CBTO AS 1600A de PRONUTEC. Totalmente instalado y conexionado.</p>						1,00	1.710,63	1.710,63
04.01.10	<p>ud FUSIBLE 160A</p> <p>Suministro y colocación de fusibles de cartucho de 160A en cuadro de baja tensión. Totalmente instalado.</p>						12,00	6,44	77,28

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.01.11	ud FUSIBLE 200A Suministro y colocación de fusibles de cartucho de 200A en cuadro de baja tensión. Totalmente instalado.						6,00	9,78	58,68
04.01.12	ud PUESTA A TIERRA INTERIORES PROT. Y SER. Tierras interiores CT para protección y servicio.						2,00	531,30	1.062,60
04.01.13	ud PUESTA A TIERRA TRAF0 Tierra de protección del transformador, compuesta por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² en anillo rectangular (7,00x2,50 m.) a 50 cm. de profundidad y 4 picas de acero cobreizado de 2 m. de longitud. Totalmente instalada.						1,00	738,88	738,88
04.01.14	ud PUESTA A TIERRA NEUTRO Tierra de servicio o neutro del transformador, compuesta por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , protegido bajo tubo y picas de acero cobreizado de 2 m. de longitud. Totalmente instalada.						1,00	362,25	362,25
04.01.15	ud REJILLA MET. DEFENSA TRAF0 Rejilla metálica para defensa del transformador. Totalmente montada.						1,00	133,98	133,98
04.01.16	ud CUADRO BT EDIFICIO Cuadro de baja tensión para edificio de transformación, conteniendo debidamente montados y conexiados todos los elementos descritos en memoria y planos.						1,00	138,00	138,00
04.01.17	ud PUNTO DE LUZ INCAND. 100W Y EMERGENCIA. Punto de luz estanco para iluminación y punto de emergencia del centro de transformación, i/elementos de mando y protección. Totalmente instalado.						1,00	230,00	230,00
04.01.18	ud ELEMENTOS SEGURIDAD Elementos de seguridad para centro de transformación, consistentes en banqueta aislante, par de guantes aislantes c/caja, placas de señalización (1ºs auxilios, peligro, normas) y extintor de eficacia 89B. Totalmente colocados.						1,00	269,10	269,10
04.01.19	ud CERTIFICADO MEDICIONES TENS.PYC Certificado de mediciones de tensiones de paso y contacto y resistencia a tierra.						1,00	207,00	207,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 CT TIPO PFU-5.....									28.940,06

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 04.02 CT TIPO MINIBLOK									
04.02.01	ud CENTRO COMPACTO EXTERIOR MINIBLOK 24 Kv Centro compacto compartimentado, de maniobra exterior, para utilización en redes públicas, incorpora apartamento de media tensión con celda compacta tipo CGMCOSMOS-2LP de 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado, transformador de 400, cuadro de baja tensión de 6 salidas, puentes de AT-Trafo y Trafo-CBTO Dimensiones: 2.100 x 2.100 x 2.240 mm.						4,00	16.401,88	65.607,52
04.02.02	ud FUSIBLES A.T. 25A Fusible de protección (A.T.) del trafo de 25A. Totalmente instalado.						12,00	103,50	1.242,00
04.02.03	ud FUSIBLE 160A Suministro y colocación de fusibles de cartucho de 160A en cuadro de baja tensión. Totalmente instalado.						6,00	6,44	38,64
04.02.04	ud FUSIBLE 200A Suministro y colocación de fusibles de cartucho de 200A en cuadro de baja tensión. Totalmente instalado.						15,00	9,78	146,70
04.02.05	ud FUSIBLE 250A Suministro y colocación de fusibles de cartucho de 250A en cuadro de baja tensión. Totalmente instalado.						27,00	9,78	264,06
04.02.06	ud PUESTA A TIERRA TRAF0 Tierra de protección del transformador, configuración tipo 25-25/8/42, compuesta por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² en anillo rectangular (2,50x2,50 m.) a 80 cm. de profundidad y 4 picas de acero cobreizado de 2 m. de longitud. Totalmente instalada.						4,00	690,00	2.760,00
04.02.07	ud PUESTA A TIERRA NEUTRO Tierra de servicio o neutro del transformador, compuesta por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , protegido bajo tubo y picas de acero cobreizado de 2 m. de longitud. Totalmente instalada.						4,00	362,25	1.449,00
04.02.08	ud CERTIFICADO MEDICIONES TENS.PYC Certificado de mediciones de tensiones de paso y contacto y resistencia a tierra.						4,00	207,00	828,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 CT TIPO MINIBLOK.....									72.335,92
TOTAL CAPÍTULO CAP.04 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN									101.275,98

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Poligono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP.05 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD									
05.01	ud Estudio Basico de Seguridad y Salud								
							1,00	7.546,55	7.546,55
	TOTAL CAPÍTULO CAP.05 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....								7.546,55

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP.06 PLAN DE GESTION DE RESIDUOS									
06.06	ud Plan de Control de Residuos								
							1,00	965,81	965,81
	TOTAL CAPÍTULO CAP.06 PLAN DE GESTION DE RESIDUOS.....								965,81
	TOTAL.....								311.834,61

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Presupuesto de Electrificación de Polígono Residencial

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAP.01	OBRA CIVIL.....	38.773,62	12,43
CAP.02	LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN.....	119.919,42	38,46
CAP.03	LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN.....	43.353,23	13,90
-03.01	-LSMT DE ENTRONQUE-CR.....	11.897,90	
-03.02	-LSMT ANILLO.....	22.550,88	
-03.03	-LSMT ABONADO.....	8.904,45	
	Juego de botellas terminales enchufables en "T" para interior, (cabinas compactas de hexafluoro), para cable seco de 150 mm2		
CAP.04	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	101.275,98	32,48
-04.01	-CT TIPO PFU-5.....	28.940,06	
-04.02	-CT TIPO MINIBLOK.....	72.335,92	
CAP.05	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	7.546,55	2,42
CAP.06	PLAN DE GESTION DE RESIDUOS.....	965,81	0,31
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	311.834,61	
	14,00% Gastos generales.....	43.656,85	
	6,00% Beneficio industrial.....	18.710,08	
	SUMA DE G.G. y B.I.	62.366,93	
	21,00% I.V.A.....	78.582,32	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	452.783,86	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	452.783,86	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Los Dolores (Cartagena), a 15 de Febrero de 2.014.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA