



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

PROYECTO FINAL DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

Titulación: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

Intensificación: ELECTRICIDAD

Alumno/a: FRANCISCO JOSÉ SÁNCHEZ-MIGALLÓN MUÑOZ

Director/a/s: JUAN JOSÉ PORTERO RODRIGUEZ
ALFREDO CONESA TEJEIRA

Cartagena, 27 de Septiembre de 2013

ÍNDICE GENERAL



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



ÍNDICE

1.-Memoria.

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.

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-5/20.

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.- Cálculos justificativos.

2.1.- Previsión de carga.

2.1.1 .- Calculo de previsión de potencia.

2.1.2 .- Previsión de carga del CT1.

2.1.3 .- Previsión de carga del CT2.

2.1.4 .- Previsión de carga del CT3.

2.1.5 .- Previsión de carga del CT4.

2.1.6 .- Previsión de carga del CT5.

2.2.- Línea subterránea de media tensión.

2.2.1 .- Previsión de potencia.

2.2.2 .- Intensidad y densidad de corriente.

2.2.3 .- Reactancia.

2.2.4 .- Caída de tensión.

2.2.5 .- Otras características eléctricas.

2.2.5.1 .- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

2.2.5.2 .- Pérdida de potencia.

2.2.6 .- Tabla de resultados de cálculos.

2.2.7 .- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

2.3.- Centro de Transformación PFU-5/20 (Centro de Reparto).

2.3.1 .- Intensidad de Media Tensión.

2.3.2 .- Intensidad de Baja Tensión.

2.3.3 .- Cortocircuitos.

2.3.3.1 .- Observaciones.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.3.3.2 .- Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.

2.3.3.3 .- Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

2.3.3.4 .- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

2.3.3.5 .-Dimensionado del embarrado.

2.3.3.6 .- Comprobación por densidad de corriente.

2.3.3.6.1 .- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

2.3.3.6.2 .- Comprobación por sollicitación térmica.

2.3.4 .- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.3.5 .- Dimensionado del embarrado.

2.3.6 .- Dimensionado de la ventilación del C.T.

2.3.7 .- Dimensiones del pozo apagafuegos.

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

2.3.8.1 .- Investigación de las características del suelo.

2.3.8.2 .- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.

2.3.8.3 .- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

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

2.3.8.5 .- Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.

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

2.3.8.7 .- Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.3.8.8 .- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.3.8.9 .- Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

2.4.- Centro de Transformación miniBLOK-24.

2.4.1 .- Intensidad de Media Tensión.

2.4.2 .- Intensidad de Baja Tensión.

2.4.3 .- Cortocircuitos.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.4.3.1 .- Observaciones.

2.4.3.2 .- Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.

2.4.3.3 .- Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

2.4.3.4 .- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

2.4.3.5 .- Dimensionado del embarrado.

2.4.3.6 .- Comprobación por densidad de corriente.

2.4.3.7 .- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

2.4.3.8 .- Comprobación por sollicitación térmica.

2.4.4 .- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.4.5 .- Dimensionado de la ventilación del C.T.

2.4.6 .- Dimensiones del pozo apagafuegos.

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

2.4.7.1 .- Investigación de las características del suelo.

2.4.7.2 .- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.

2.4.7.3 .- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

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

2.4.7.5 .- Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.

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

2.4.7.7 .- Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.4.7.8 .- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.4.7.9 .- Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

2.5.- Cálculo línea subterránea de baja tensión

2.5.1 .- Previsión de potencia.

2.5.2 .- Intensidad de densidad de corriente.

2.5.3 .- Caídas de tensión.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.5.4 .- Tablas de resultados de cálculos.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



3.- Pliego de condiciones.

3.1.- Condiciones generales.

3.2.- Pliego de Condiciones de la red de Baja Tensión.

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

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

3.2.1.2.- Señalización.

3.2.1.3.- Empalmes y terminales.

3.2.1.4.- Accesorios.

3.2.1.5.- Medidas eléctricas.

3.2.1.6.- Obra civil.

3.2.1.7.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

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

3.3.- Pliego de Condiciones de la red de Media Tensión.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y 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: ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



3.4.- Pliego de Condiciones de los 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 de potencia.

3.4.1.4.- Equipos de medida.

3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.

3.4.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

3.4.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.4.5.- Certificados y documentación.

3.4.6.- Libro de órdenes.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.- Presupuesto.

4.1.- Centros de Transformación.

4.1.1.- Centro de transformación prefabricado tipo PFU de 400 KVA.

4.1.2.- Centro de transformación tipo MINIBLOK de 400 KVA.

4.2.- Red de Media Tensión.

4.3.- Red de Baja Tensión.

4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.1.

4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.2.

4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.3.

4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.4.

4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.5.

4.4.- Zanjas.

4.5.- Presupuesto total del proyecto.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



5.- Planos.

5.1.- Situación y emplazamiento.

5.2.- Dimensiones exteriores del CT PFU.

5.3.- Esquema unifilar del CT PFU.

5.4.- Dimensiones interiores y tierras del CT PFU.

5.5.- Dimensiones exteriores del CT Miniblok.

5.6.- Dimensiones interiores del CT Miniblok.

5.7.- Esquema unifilar y tierras del CT Miniblok.

5.8.- Líneas de media tensión.

5.9.- Esquema unifilar de Media Tensión.

5.10 .- Red de baja tensión anillos 1 y 2.

5.11 .- Red de baja tensión anillos 3 y 4.

5.12 .- Red de baja tensión anillos 5 y 6.

5.13 .- Red de baja tensión anillos 7 y 8.

5.14 .- Red de baja tensión anillos 9 y 10.

5.15 .- Distribución de zanjas.

5.16 .- Tipos de zanjas empleadas.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



6.- Estudio básico de seguridad y salud.

6.1.- Estudio básico de seguridad y salud para líneas de Media y Baja Tensión.

6.1.1.- Objeto.

6.1.2.- Campo de aplicación.

6.1.3.- Normativa aplicable.

6.1.4.- Metodología y desarrollo del estudio.

6.1.4.1- Aspectos generales.

6.1.4.2- Identificación de riesgos.

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

6.1.4.2.2.- Medidas preventivas de carácter general.

6.1.4.2.3.- Medidas preventivas de carácter particular para cada edificio.

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

6.1.4.2.3.2.- Relleno de tierras.

6.1.4.2.3.3.- Encofrados.

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

6.1.4.2.3.5.- Trabajos de manipulación del hormigón.

6.1.4.2.3.6.- Instalación eléctrica provisional de obra.

6.1.4.2.4.- Medidas preventivas para líneas subterráneas de MT y BT.

6.1.4.2.4.1.- Transporte y acopio de materiales.

6.1.4.2.4.2.- Movimiento de tierras, apertura de zanjas y reposición de pavimento.

6.1.4.2.4.3.- Cercanía a las líneas de Alta y Media Tensión.

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

6.1.4.3.- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.

6.1.4.4.- Protecciones.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



6.1.4.5.- Características generales de la obra.

6.1.4.6.- Riesgos laborales no eliminables completamente.

6.1.5.- Conclusión.

6.1.6.- Anexos.

6.1.6.1.- Anexo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

6.1.6.2.- Anexo 2: Líneas subterráneas.

6.1.6.3.- Anexo 3: Instalación/Retirada de equipos de medida en BT, sin tensión.

6.1.6.4.- Anexo 4: Instalaciones de telecomunicaciones asociadas a las instalaciones eléctricas subterráneas.

6.1.6.5.- Anexo 5: Trabajos en tensión.

6.2.- Estudio básico de seguridad y salud para Centros de Transformación compactos y prefabricados.

6.2.1.- Objeto.

6.2.2.- Características de la obra.

6.2.2.1.- Suministros de energía eléctrica.

6.2.2.2.- Suministro de agua potable.

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

6.2.2.4.- Interferencias y servicios afectados.

6.2.3.- Memoria.

6.2.3.1.- Obra civil.

6.2.3.1.1.- Movimiento de tierras y cimentaciones.

6.2.3.1.2.- Estructura.

6.2.3.1.3.- Cerramientos.

6.2.3.1.4.- Albañilería.

6.2.3.2.- Montaje.

6.2.3.2.1.- Colocación de soportes y embarrados.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



6.2.3.2.2.- Montaje de celdas prefabricadas o aparataje, transformadores de potencia y cuadros de Baja Tensión.

6.2.3.2.3.- Operaciones de puesta en tensión.

6.2.4.- Aspectos generales.

6.2.4.1.- Botiquín de obra.

6.2.5.- Normativa aplicable.

6.2.5.1.- Normas oficiales.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



7.- Plan de gestión de residuos.

7.1.- Identificación de los residuos.

7.1.1.- Definiciones.

7.1.2.- Clasificación y descripción de los residuos.

7.1.2.1.- RCDs de Nivel I

7.1.2.2.- RCDs de Nivel II

7.1.2.3.- Requisitos legales.

7.2.- Medidas de prevención de residuos.

7.2.1.- Prevención en tareas de derribo.

7.2.2.- Prevención en la adquisición de materiales.

7.2.3.- Prevención en la puesta en obra.

7.2.4.- Prevención en el almacenamiento en obra.

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

7.4.- Identificación de residuos de la construcción.

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

7.6.- Estimación del coste de tratamiento de los RCD's.

7.7.- Medidas para la separación en obra.

7.8.- Medidas de segregación "in situ".

7.9.- Previsión de reutilización.

7.10.- Operaciones de valorización "in situ".

7.11.- Destino final de los residuos.

7.12.- Pictogramas.

MEMORIA



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



ÍNDICE

1.-Memoria.

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.

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-5/20.

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



1.-Memoria.

1.1- Objeto del proyecto.

Con motivo de la realización del proyecto final de carrera (PFC), se realiza el presente proyecto, consistente en:

- Red de distribución de Baja Tensión para suministro de energía eléctrica a viviendas de tipo unifamiliar y colectivo, así como la alimentación de zonas ajardinadas y de equipamientos social y deportivo.
- Diseño de 5 centros de transformación prefabricados necesarios para satisfacer la demanda de energía eléctrica.
- Red subterránea de Media Tensión para alimentar a los Centros de Transformación.

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

El titular inicial de la instalación es el Departamento de Ingeniería Eléctrica, situado en el Edificio Antiguo Hospital de Marina.

El titular final de la instalación será Iberdrola Distribución, situada en el polígono industrial Cabezo Beaza. Cartagena.

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 como de los edificios y de las parcelas públicas que será el Ayuntamiento de Cartagena.

1.4.- Emplazamiento de la instalación.

La instalación que nos ocupa se encuentra situada en el barrio de Los Dolores, perteneciente al término Municipal de Cartagena, quedando limitado:

- Norte: polígono residencia Santa Ana.
- Sur: barrio de Los Dolores.
- Este: carretera N-301 Cartagena –Murcia.
- Oeste: carretera RM-605.

1.5- Legislación y normativa aplicable.

En el presente proyecto las normas que se han aplicado 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- RU 1303^a, 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 (CR-CT1). De este centro de reparto saldrá otra línea hasta el centro de transformación de abonado situado a las afueras del polígono residencial. Y también se repartirá un anillo en instalación subterránea de media tensión para los cinco 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-A, 6-B, 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 (1EL, 2EL, 3EL y 4EL), una parcela destinada a un centro social (1ES), una parcela destinada a un centro educativo (EE), y el alumbrado de los viales del polígono residencial.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada (9,2KW) mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica (5,75KW), en cuanto a las zonas de



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 (S=400 KVA c/u), 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.
- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.6.3.2.- Centro de Transformación Miniblock.

- 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 son cuatro meses desde la entrega del proyecto.

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 enterrados a un metro de profundidad.

Se realizarán tres líneas subterráneas de media tensión:

- L.S.M.T. desde la acometida 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, pasando por todos los Miniblok.

1.8.1.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.

- La L.S.M.T. que parte del punto de acometida 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 situado en la parte exterior del polígono residencial.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- La L.S.M.T. correspondiente al anillo de Media Tensión, su punto de salida será el Centro de Reparto, pasando por los distintos Centros de Transformación, regresando finalmente al Centro de Reparto.

1.8.1.1.2.- Longitud.

- La longitud desde la acometida hasta el Centro de Reparto es de 550,7 metros.
- La longitud desde el Centro de Reparto hasta el Centro de Abonado es de 351,8 metros.
- La longitud total del anillo que enlaza todos los Centros de Transformación es de 929,5 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:

- 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.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: 10 veces el diámetro exterior.
- Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
- 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.

En nuestro caso el conductor escogido entre los que nos propone Iberdrola es 3 cables unipolares tipo AL HEPRZ1 12/20 kV , con las siguientes características:

Tipo	HEPRZ1
Sección aluminio.	240 mm ²
Naturaleza del conductor.	Aluminio
Aislamiento	Etileno Propileno HEPR
Nivel de aislamiento	20 kV
Cubierta exterior	Z1
Peso del cable	1570 Kg/Km.
Diámetro conductor	36 mm
Resistencia a 20°C	0.125 Ω/Km.
Capacidad	0.417 mF/km
Reactancia	0.104 Ω/Km.
Intensidad máxima admisible	429 A.

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 se empleará tubos 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 M.T. irá directamente enterrada bajo la acera a una profundidad de 1 metro y una anchura como mínimo de 0,35 metros. Nunca se instalará bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.

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



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



metros para la inspección y tendido de los conductores.

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 viviendas (viviendas unifamiliares y edificios), 4 zonas ajardinadas, equipamiento social y educativo, y el alumbrado de viales.

La previsión de carga de cada parcela será:



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 de Prysmian con una sección determinada para cada caso en función de la potencia que vaya a soportar dicho conductor, la longitud que cubre su respectivo fusible y la caída de tensión de la red.

Se instalarán dos redes de anillos por cada centro de transformación, estas irán directamente enterradas a 0,7 metros y con una separación mínima de los conductores en la misma zanja de 10 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.

Centro de Transformación	Longitud Anillos 1,3,5,7,9	Longitud Anillos 2,4,6,8,10
1	404,8	359,86
2	299,55	266,43
3	245,93	161
4	390,81	170,744444
5	436,6	506,95

1.8.2.1.2.- Inicio y final de la línea.

Por cada transformador hay 4 inicios y 4 finales de línea. El principio de las ramas de cada anillo tiene su inicio en el Centro de Transformación correspondiente, mientras que la carga donde desemboca cada rama es considerada el final de la línea. En los cálculos justificativos y en los planos adjunto se observa dónde está el final de cada una de las ramas.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



1.8.2.1.3.- 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:

- 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.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: 10 veces el diámetro exterior.
- Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
- 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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:
 - 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.
 - 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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

1.8.3.1.1.3.- Instalación Eléctrica.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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

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

1.8.3.1.1.4.- Características de la apartamentada de Media Tensión.

Celdas: **CGMCOSMOS**

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

Construcción:

- Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.
- 3 Divisores capacitivos de 24 kV.
- Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 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 de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad:

Equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- 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-seccionado:

Celda con envoltorio 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.

Características eléctricas	
Tensión asignada	24kV
Intensidad asignada	400A
Intensidad de corta duración, eficaz	16kA



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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

Características eléctricas	
Tensión asignada	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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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

La estructura del cuadro 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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

1.8.3.1.1.7.- 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 medida de energía en MT.

1.8.3.1.1.9.- Unidades de protección, automatismo y control.

Este proyecto no incorpora 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:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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

- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparatada estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparatada protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.8.3.1.2.- 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 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 aparatada 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



300kg/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 una frecuencia de 50 Hz.

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

1.8.3.1.2.3.- 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:**



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 aparamenta a la altura idónea para su operación.

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

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

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

Cuba:

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

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

Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

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

Mando:

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

Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P):

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

Conexión de cables:

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

Enclavamientos:

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

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

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 decobre, 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



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 (BTV) 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 aparataje.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- 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 incorpora 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 MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



de todo el recinto del centro.

Medidas de seguridad:

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

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

CALCULOS JUSTIFICATIVOS



INDICE

2 Cálculos justificativos.

2.1 Previsión de carga.

- 2.1.1 Cálculo de previsión de potencia.**
- 2.1.2 Previsión de carga del CT1.**
- 2.1.3 Previsión de carga del CT2.**
- 2.1.4 Previsión de carga del CT3.**
- 2.1.5 Previsión de carga del CT4.**
- 2.1.6 Previsión de carga del CT5.**

2.2 Línea subterránea de media tensión.

- 2.2.1 Previsión de potencia.**
- 2.2.2 Intensidad y densidad de corriente.**
- 2.2.3 Reactancia.**
- 2.2.4 Caída de tensión.**
- 2.2.5 Otras características eléctricas.**
 - 2.2.5.1 Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.**
 - 2.2.5.2 Pérdida de potencia.**
- 2.2.6 Tabla de resultados de cálculos.**
- 2.2.7 Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.**

2.3 Centro de Transformación PFU-5/20 (Centro de Reparto).

- 2.3.1 Intensidad de Media Tensión.**
- 2.3.2 Intensidad de Baja Tensión.**
- 2.3.3 Cortocircuitos.**
 - 2.3.3.1 Observaciones.**
 - 2.3.3.2 Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.**
 - 2.3.3.3 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.**
 - 2.3.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.**
 - 2.3.3.5 Dimensionado del embarrado.**
 - 2.3.3.6 Comprobación por densidad de corriente.**
 - 2.3.3.6.1 Comprobación por sollicitación electrodinámica.**



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.3.3.6.2 Comprobación por solicitud térmica.

- 2.3.4 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- 2.3.5 Dimensionado del embarrado.
- 2.3.6 Dimensionado de la ventilación del C.T.
- 2.3.7 Dimensiones del pozo apagafuegos.
- 2.3.8 Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.
 - 2.3.8.1 Investigación de las características del suelo.
 - 2.3.8.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.
 - 2.3.8.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra.
 - 2.3.8.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
 - 2.3.8.5 Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.
 - 2.3.8.6 Cálculo de las tensiones en de paso el exterior de la instalación.
 - 2.3.8.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.
 - 2.3.8.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.
 - 2.3.8.9 Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

2.4 Centro de Transformación miniBLOK-24.

- 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 Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.
 - 2.4.3.3 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.
 - 2.4.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.
 - 2.4.3.5 Dimensionado del embarrado.
 - 2.4.3.6 Comprobación por densidad de corriente.
 - 2.4.3.7 Comprobación por solicitud electrodinámica.
 - 2.4.3.8 Comprobación por solicitud térmica.
- 2.4.4 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- 2.4.5 Dimensionado de la ventilación del C.T.
- 2.4.6 Dimensiones del pozo apagafuegos.
- 2.4.7 Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.
 - 2.4.7.1 Investigación de las características del suelo.
 - 2.4.7.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



tiempo máximo de eliminación del defecto.

2.4.7.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra.

2.4.7.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

2.4.7.5 Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.

2.4.7.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

2.4.7.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.4.7.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.4.7.9 Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

2.5 Cálculo línea subterránea de baja tensión

2.5.1 Previsión de potencia.

2.5.2 Intensidad de densidad de corriente.

2.5.3 Caídas de tensión.

2.5.4 Otras características eléctricas.

2.5.5 Tablas de resultados de cálculos.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.1 Previsión de carga.

2.1.1 Calculo de previsión de potencia.

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	
JARDINES		Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m2.	
ALUMBRADO DE VIALES		Dos centros de mando de 20 Kw/m2	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO		Previsión de 5 w/m2	

PARCELA Nº	NUM. VIVIENDAS	ELECTRIFICACIÓN	Nº ESCALERAS	Potencia (KW)
1	11	ELEVADA		101,2
2	95	BASICA	9	546,25
3	97	BASICA	9	557,75
4	20	ELEVADA		184
5	24	ELEVADA		220,8
6 - A	17	ELEVADA		156,4
6 - B	14	ELEVADA		128,8
7	32	ELEVADA		294,4
8	24	ELEVADA		220,8
9	23	ELEVADA		211,6
				2.622



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



		SERVICIOS GENERALES		GARAJE		
		Ascensores	Alumbrado	Superf. Factor Reducción= 0,8	Garaje 20W/m2 (KW)	Potencia (KW)
Parcela Nº	Superficie (m2)	Potencia (4,5 KW)	Potencia (3,45 KW)			
1	-	-	-	-	-	-
2	4.067	40,5	31,05	3.253,6	65,1	136,65
3	4.178	40,5	31,05	3.342,4	66,8	138,35
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
						275

	Superficie (m2)	100 W cada 30 m2 (KW)	Factor corrección lámparas de descarga vapor de sodio	Potencia (KW)
Jardín 1	3.782	12,606	1,8	22,692
Jardín 2	3.455	11,516	1,8	20,73
Jardín 3	1.935	6,45	1,8	11,61
Jardín 4	2.056	6,853	1,8	12,336
				67,368

	Superficie (m2)		Potencia (KW)
Equipamiento Social	4.351	10 W/m2	43,51
Equipamiento Educativo	15.071	5 W/m2	75,355
Alumbrado Vial	2 CGP	20.000 W/CGP	40
			158,865

SUMA TOTAL DE LA POTENCIA INSTALADA	3.123.23 KW
--	--------------------



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



Potencia Transformadores (KVA)	Tensión (KV)	Potencia Transformadores (KW)
400	20	360

Previsión de Nº C.T.= $(\text{Potencia instalada} * 0,4) / \text{Potencia CT} = (3.123,23 * 0,4) / (400 * 0,9) = 3,47$

Utilizaremos un mínimo de 4 CTs de 400 KVA.

Por cuestiones de diseño se ha decidido utilizar 5 CTs de 400KVA cada uno.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.1.1 Previsión de carga del CT1.

POTENCIA ANILLO 1 (KW)	POTENCIA ANILLO 2 (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
284,3	310,9	315,2

2.1.2 Previsión de carga del CT2.

POTENCIA ANILLO 3 (KW)	POTENCIA ANILLO 4 (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
220,8	184	404,8

2.1.3 Previsión de carga del CT3.

POTENCIA ANILLO 5 (KW)	POTENCIA ANILLO 6 (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
362,9	356	718,9

2.1.4 Previsión de carga del CT4.

POTENCIA ANILLO 7 (KW)	POTENCIA ANILLO 8 (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
372,2	421,1	793,3

2.1.5 Previsión de carga del CT5.

POTENCIA ANILLO 9 (KW)	POTENCIA ANILLO 10 (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
294,4	325,9	620,3



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.1 Línea subterránea de media tensión.

2.1.1 Previsión de potencia.

Las líneas estarán destinadas a distribución eléctrica, siendo la previsión de potencia la inicial de los Centros de Transformación, los cuales serán objeto de separata independiente.

Dispondremos de CINCO Centros de Transformación. En la siguiente tabla se indican sus potencias:

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	POTENCIA (KVA)
C.T. Nº1	400
C.T. Nº2	400
C.T. Nº3	400
C.T. Nº4	400
C.T. Nº5	400
TOTAL	2000

2.1.1 Intensidad y densidad de corriente.

Dado que el conductor previsto para la red subterránea es el HEPRZ1 12/20 KV 3x150 mm², cuya intensidad máxima admisible según datos del fabricante es de 275 A., la densidad máxima será:

$$d_{\max} = \frac{275}{150} = 1,83 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto, la potencia máxima transportable por la red subterránea de 20 kV. será:

$$P = \sqrt{3} * V * I = \sqrt{3} * 20 * 275 = 9,52 \text{ MVA.}$$

2.1.1 Reactancia.

Para el cálculo de la reactancia inductiva de la línea subterránea aplicaremos los valores dados por el fabricante, en nuestro caso:

$$X = 0,112 \text{ } \Omega/\text{km.}$$

2.1.2 Caída de tensión.

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea subterránea, despreciando la influencia de la capacidad, nos viene dada por la expresión:

$$\Delta V = \sqrt{3} I (R \cos\varphi + X \text{sen}\varphi) L$$



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



Siendo:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi}$$

La caída de tensión en tanto por ciento de la compuesta será:

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

Donde:

- $\Delta V\%$ = Caída de la tensión compuesta, expresada en %.
- I = Intensidad de la línea en amperios.
- X = Reactancia por fase y por kilómetro en ohmio.
- R = Resistencia por fase y por kilómetro en ohmio.
- φ = Ángulo de fase.
- L = Longitud de la línea en kilómetros.
- P = Potencia en kW.
- V = Tensión compuesta en kilovoltios.

Para el conductor de aluminio HEPRZ1 de 150 mm² de sección, que se ha previsto en la línea subterránea, se tienen los siguientes valores, obtenidos según datos de fabricante:

$$R = 0,277 \Omega/km. \quad X = 0,112 \Omega/km.$$

Teniendo en cuenta los valores de:

$$V = 20 \text{ kV.}$$
$$\cos\varphi = 0,9 \Rightarrow \varphi = 25,84^\circ.$$

Nos queda la siguiente expresión para la caída de tensión:

$$\Delta V\% = \frac{1}{10 * 20^2} (0,277 + 0,112 * \operatorname{tag} 25,84^\circ) = 8,28 \times 10^{-5} \% \text{ por Km. y kW.}$$



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.1.3 Otras características eléctricas.

2.1.3.1 Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito máxima admisible para el **conductor de aluminio de 150 mm²**, aislado para 12/20 kV., durante **0,5 segundos** es de **18,9 kA.**, valor muy superior al que estimamos se dispondrá en el punto de entronque de la instalación (Tabla 26 ITC-LAT 06 ,Densidad de corriente de cortocircuito, para conductores de aluminio).

2.1.3.2 Pérdida de potencia.

No procede.

2.1.4 Tabla de resultados de cálculos.

ACOMETIDA DE M.T. AL CENTRO DE REPARTO

P.ACOMETIDA	I _{calculos} (Km)= 1	C.REPARTO	
	I _{plano} (Km)= 0,5507	S(KVA)=	2400
		V(KV)=	20

$$S_{total} = C.Abonado + CT1 + CT2 + CT3 + CT4 + CT5 = 6 * 400 = 2400 \text{ KVA}$$

Criterio de calentamiento.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

I(A)= 69,28

I_{adm}(A)= 275 Para conductor HEPR de Aluminio con S=150mm².

K= 1 Factor de corrección no aplicable.

Como: 275 A > 69,28 A El criterio de calentamiento es válido para una S=150mm².

Criterio de caída de tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left| \sum R_{Ti} \cdot I_{ai} + X_{Ti} \cdot I_{ri} \right|$$

s(mm²)= 150

R(Ohm/Km)= 0,277

X(Ohm/Km)= 0,112

cosφ= 0,9 senφ= 0,435

ΔV(V)= 35,76

%ΔV(%)= 0,18

Como: 0,18 % < 5%; El criterio de caída de tensión es válido para s=150 mm².



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



Criterio de cortocircuito.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}xU}$$

Categoría de la línea A

S_{cc}(KVA)= 350000

t(s)= 0,5

V_o/V (KV)= 12/20

I_{cc}(A)= 10103,93

δ(A/mm²)= 126 Tabla 26 ITC-LAT06 (Densidad de corriente de cortocircuito, para conductores de aluminio).

δ_{cc}=I_{cc}/S

(A/mm²)= 67,36 Densidad de corriente que se puede producir en nuestro conductor en caso de cortocircuito.

Como: 67,36 A/mm² < 126 A/mm²; El criterio de cortocircuito es válido para s=150mm².

AI HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x150) /16 mm²

LINEA DE M.T. CENTRO DE REPARTO – C.T. DE ABONADO.

C.REPARTO	l(Km)= 0,3518	C.ABONADO	
		S(KVA)=	400
		V(KV)=	20

Criterio de calentamiento.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}xU}$$

I(A)= 11,55

Iadm(A)= 275 Para conductor HEPR de Aluminio con S=150mm².

K= 0,82 Factor corrección 2 ternas separadas una distancia d=0,2m. Tabla 10 ITC LAT 06.

I_{max.adm}(A)= 225,5

Como: 225,5 A > 11,5; El criterio de calentamiento es válido para unas=150mm².

Criterio de caída de tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left| \sum R_{Ti} \cdot I_{ai} + X_{Ti} \cdot I_{ri} \right|$$

s(mm²)= 150

R(Ohm/Km)= 0,277

X(Ohm/Km)= 0,112

cosφ= 0,9 senφ= 0,435

ΔV(V)= 2,10

%ΔV(%)= 0,01

Como: 0,01 % < 5 %; El criterio de caída de tensión es válido para unas=150mm².

Criterio de cortocircuito.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}xU}$$

Categoría de la línea A

S_{cc}(KVA)= 350000

t(s)= 0,5

V_o/V (KV)= 12/20

I_{cc}(A)= 10103,93

δ(A/mm²)= 126 Tabla 26 ITC-LAT 06 (Densidad de corriente de cortocircuito, para conductores de aluminio).

δ_{cc}=I_{cc}/S (A/mm²) 67,36 Densidad de corriente que se puede producir en nuestro conductor en caso de cortocircuito.

Como: 67,36 A/mm² < 126 A/mm²; El criterio de cortocircuito es válido para una s=150mm².

AI HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x150) / 16 mm²



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



ANILLO DE MEDIA TENSIÓN

Tramo	Longitud (m)	Potencias (kW)	Sum. Parcial (kW)
CR-CT2	208,7	360	75132
CT2-CT3	136,6	360	49176
CT3-CT4	170,56	360	110577,6
CT4-CT5	222,54	360	190692
CT5-CR	190,65	0	0
Total	929,05	1440	425577,6

Criterio de calentamiento.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot x \cdot U}$$

CT Nº	POTENCIA (Kva)	INTENSIDAD	cos ϕ	la (l x cos ϕ)	lr (l x sen ϕ)
2	400	11,55	0,9	10,39	5,03
3	400	11,55	0,9	10,39	5,03
4	400	11,55	0,9	10,39	5,03
5	400	11,55	0,9	10,39	5,03
TOTAL		46,19		41,57	20,13

Iadm(A)= 275 Para conductor HEPR de Aluminio con S=150mm².

Como: 275 A > 46,19 A; El criterio de calentamiento es válido para una S=150mm².

RESISTENCIA (Ω /km)	0,277
REACTANCIA (Ω /km)	0,112

Criterio de caída de tensión y cálculo del punto de mínima tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left| \sum R_{Ti} \cdot I_{ai} + X_{Ti} \cdot I_{ri} \right|$$

VALORES DE LAS IMPEDANCIAS POR TRAMOS

TRAMO	R (Ohm)	X (Ohm)
CR-CT2	0,06	0,02
CR-CT3	0,10	0,04
CR-CT4	0,14	0,06
CR-CT5	0,20	0,08
CR-CR	0,26	0,10

CÁLCULO DE I_y e I_x

$$i_y = \frac{\sum (Z \times I)_{CMR}}{Z_T} \quad i_x = \sum I - i_y$$

	la	lr
I _y =	20,23	9,80
I _x =	21,34	10,34



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN			
TRAMO	la	lr	
CR-CT2	21,34	10,34	.=lx
CT2-CT3	10,95	5,30	
CT3-CT4	0,56	0,27	
CT4-CT5	-9,83	-4,76	
CT5-CR	-20,23	-9,80	.=-ly

P.M.T. CT4 ESTABLECEMOS PUNTO.

TRAMO	la	lr	Rx·la	Xx·lr	cdt (V)	cdt (%)
CR-CT2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
CT2-CT3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
CT3-CT4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
CT4-CT5	10,21	4,94	0,63	0,12	0,75	0,0065%
CT5-CR	20,60	9,98	1,09	0,21	1,30	0,0113%
					3,56	0,0178%

< 5%

Como: 0,0178 % < 5 %; El criterio de caída de tensión es válido para unas=150mm2.

Criterio de cortocircuito.
$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}xU}$$

S_{cc}(KVA)= 350000
V(KV)= 20
I_{cc}(A)= 10103,93
t(s)= 0,5

Categoría A

V_o/V (KV)= 12/20

s(mm2)= 150

δ(A/mm2)= 126 Tabla 26 ITC-LAT 06 (Densidad de corriente de cortocircuito, para conductores de aluminio)

δ_{cc}=I_{cc}/S (A/mm2) 67,36 Densidad de corriente que se puede producir en nuestro conductor en caso de cortocircuito.

Como: 67,36 A/mm2 < 126 A/mm2; El criterio de cortocircuito es válido para una s=150mm2.

AI HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x150) /16 mm²



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.1.5 Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

Los únicos elementos de los enumerados capaces de transferir tensiones al exterior serían las mallas de los cables subterráneos, los cuales quedarán conectados a tierra de forma que, en caso de defecto a masa, se eviten tensiones peligrosas.

2.2 Centro de Transformación PFU-5/20 (Centro de Reparto).

2.2.1 Intensidad de Media Tensión.

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

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.

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

2.2.2 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:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

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

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.2.3 Cortocircuitos.

2.2.3.1 Observaciones.

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

2.2.3.2 Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

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:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

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]

2.2.3.3 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.2.3.4 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 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

2.2.3.5 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.

2.2.3.6 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.

2.5.5.1.1 Comprobación por sollicitación electrodinámica.

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

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

2.5.5.1.2 Comprobación por sollicitación térmica.

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

$$I_{cc(ter)} = 14,1 \text{ kA.}$$

2.5.6 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

Termómetro:

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Protecciones en BT:

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

2.5.7 Dimensionado del embarrado.

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

Transformador

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

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

2.5.8 Dimensionado de la ventilación del C.T.

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

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



donde:

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

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

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

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

DT aumento de temperatura del aire [°C]

Sr superficie mínima de las rejillas de entrada [m²]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

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

2.5.9 Dimensiones 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.

2.5.10 Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.5.10.1 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.

2.5.10.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.

2.5.10.3 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.

2.5.10.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- 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:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

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:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

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: 50-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0483$

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:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

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:

- $R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

- $I'd = 500 \text{ A}$



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.5.10.5 Cálculo de las tensiones de paso 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:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

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:

- $V'd = 7275 \text{ V}$

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:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

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:

- $V'c = 3622,5 \text{ V}$

2.5.10.6 Cálculo de las tensiones en de paso 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:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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:

- $V'_p = 1657,5$ V en el Centro de Transformación

2.5.10.7 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:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

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

- $V_p = 1954,29$ V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

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]



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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:

- $V'_p = 1657,5 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V'_p(\text{acc}) = 3622,5 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'_d = 7275 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$

2.5.10.8 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:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.

2.5.10.9 Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

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.



2.6 Centro de Transformación miniBLOK-24.

2.6.1 Intensidad de Media Tensión.

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

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.

- $I_p = 11,5 \text{ A}$

2.6.2 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:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

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

- $I_s = 549,9 \text{ A}$.

2.6.3 Cortocircuitos.

2.6.3.1 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.6.3.2 Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

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:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

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]

2.6.3.3 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 10,1$ kA

2.6.3.4 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 2.3.2.b:

- $I_{ccs} = 13,7$ kA

2.6.3.5 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.

2.6.3.6 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.

2.6.3.7 Comprobación por sollicitación electrodinámica.

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

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

2.6.3.8 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:

- $I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}$.

2.6.4 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

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

Transformador:

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

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

Termómetro:

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Protecciones en BT:

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

2.6.5 Dimensionado de la ventilación del C.T.

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

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu}	pérdidas en el cobre del transformador [kW]
W_{fe}	pérdidas en el hierro del transformador [kW]
K	coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
ΔT	aumento de temperatura del aire [°C]
S_r	superficie mínima de las rejillas de entrada [m ²]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.6.6 Dimensiones 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.

2.6.7 Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.6.7.1 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.

2.6.7.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de 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.

2.6.7.3 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.6.7.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- 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:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

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:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

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:

$$\cdot K_r \leq 0,1333$$

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

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 (2.9.4.b):

- $I'd = 500 \text{ A}$

2.6.7.5 Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

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:

- $V'd = 8250 \text{ V}$



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

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:

- $V'_c = 4222,5 \text{ V}$

2.6.7.6 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:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

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:

$V'_p = 1935 \text{ V}$ en el Centro de Transformación.

2.6.7.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.

Centro de Transformación:

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7 \text{ seg}$
- $K = 72$



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

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:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

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:

- $V'_{p(acc)} = 4222,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'd = 8250 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$

2.6.7.8 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:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

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.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.

2.6.7.9 Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.7 Cálculo línea subterránea de baja tensión.

- Los coeficientes de simultaneidad empleados para el cálculo de la Red de Baja tensión, serán los indicados en la ITC-BT 10, del vigente REBT; así mismo para el cálculo de la potencia aparente se partirá de un factor de potencia de 0,9.
- Para el Cálculo de los circuitos, se han tenido en cuenta las siguientes premisas:
 1. La caída de Tensión máxima será del 5%
 2. La intensidad máxima, serán las indicadas en la ITC-BT 07 del REBT para conductor de Aluminio enterrado directamente.
 3. Los factores de corrección por agrupación de cables serán los indicados en la UNE 211435.

2.7.1 Previsión de potencia.

Para determinar la potencia necesaria, se ha utilizado el siguiente criterio:

- Viviendas Unifamiliares GE Elevado 9,2 kW.
- Viviendas Colectivas GE básico 5,75 kW.
- Servicios Generales (Alumbrado-Ascensor) 3,45 + 4,5 = 7,95 kW.
- Alumbrado Viales 2 CGP de 20 kW/ud.
- Alumbrado Jardines 100W cada 30 m².
- Equipamiento Educativo 5W/m²
- Equipamiento Social 10W/m²

2.7.2 Intensidad de densidad de corriente.

- Para el cálculo de la potencia de cada tramo, multiplicaremos el número total de suministros por el coeficiente de simultaneidad según la ITC-BT 10 del vigente REBT.
- Las secciones utilizadas serán las normalizadas por Iberdrola
- Para el cálculo de la intensidad admisible para cada línea se han tenido en cuenta los valores establecidos por la ITC-BT 07 para cables del tipo XZ1(S) 0,6/1 Kv AL.
- La intensidad nominal para cada tramo se determinará de la siguiente forma:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \quad \text{Para líneas trifásicas.}$$



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



$$I = \frac{P}{230 \times \cos\varphi} \quad \text{Para líneas monofásicas.}$$

Donde:

- P es la potencia activa en Vatios.
- I es la intensidad en Amperios.
- U es la tensión en voltios.
- $\cos\varphi$ es el factor de potencia (0,9).

2.7.3 Caídas de tensión.

- La caída de tensión de cada tramo se calculará mediante la fórmula siguiente:

$$e = P \times k \times L \quad \text{Para líneas trifásicas}$$

Donde:

- e es la caída de tensión en voltios
- Potencia en watos
- L es la longitud de la línea
- k es el coeficiente del cable:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg}\varphi}{10 \cdot U^2}$$

- R es la resistividad del cable
- X es la reactancia del cable
- U es la tensión
- $\operatorname{tg}\varphi$ es la tangente de fi

$$K = 0,0993 \quad \text{para } 240 \text{ mm}^2 \text{ Al}$$

$$K = 0,1514 \quad \text{para } 150 \text{ mm}^2 \text{ Al}$$

$$K = 0,2229 \quad \text{para } 95 \text{ mm}^2 \text{ Al}$$

- En hojas adjuntas podrán apreciarse los valores de intensidad y caída de tensión para cada circuito, donde se comprobarán que las secciones adoptadas cumplirán satisfactoriamente los requisitos establecidos por el vigente REBT.

2.7.4 Otras características eléctricas.

No procede.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



2.7.5 Tablas de resultados de cálculos.

CT 1, ANILLO 1

Sección	: 240 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 1 circuitos en contacto soterrados
Coef. Reducción	: 1,00
Intensidad Adm.	: 340 A.
Pot. Máx. Ramal	: 141,7 kW
Int. Máx. Ramal	: 227,27 A. < 340 A.
Fusible	250

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L	
C.T.1 - 1.4	13,15	21,755	286,078	
1.4 - 1.5	34,2	20	947	Situación Apertura Anillo 195,13127 m Tramo 1.11 - 1.12
1.5 - 1.6	28,56	21,755	1651,42	
1.6 - 1.7	47,51	18,4	2270,93	
1.7 - 1.8	17,5	18,4	2592,93	
1.8 - 1.9	17,5	18,4	2914,93	
1.9 - 1.10	17,5	18,4	3236,93	
1.10 - 1.11	17,5	18,4	3558,93	
1.11 - 1.12	17,5	18,4	3880,93	
1.12 - 1.13	56,74	18,4	4924,94	
1.13 - 1.14	17,5	18,4	5246,94	
1.14 - 1.15	17,5	18,4	5568,94	
1.15 - 1.16	17,5	18,4	5648,98	
1.16 - 1.17	17,5	18,4	6212,94	
1.17 - 1.18	17,5	18,4	6534,94	
1.18 - C.T.1	49,64			
Total	404,8	284,3	55477,8	

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caídas de Tensión	
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)
C.T.1 - 1.4	0	10	63,51	141,7	400	240	0,00025	227,27	35,1	1,99	0,50%
1.4 - 1.5	0	10	41,755	120,0	400	240	0,00025	192,38	20,2	2,97	0,74%
1.5 - 1.6	0	10	21,755	100,0	400	240	0,00025	160,30	30,5	4,19	1,05%
1.6 - 1.7	0	10	0	78,2	400	240	0,00025	125,41	30,5	5,14	1,29%
1.7 - 1.8	0	8	0	64,4	400	240	0,00025	103,28	30,5	5,93	1,48%
1.8 - 1.9	0	6	0	49,7	400	240	0,00025	79,67	30,5	6,54	1,63%
1.9 - 1.10	0	4	0	35,0	400	240	0,00025	56,07	31,5	6,98	1,75%
1.10 - 1.11	0	2	0	18,4	400	240	0,00025	29,51	30,5	7,21	1,80%
239										<	260
Longitud protegida por fusible											
C.T.1 - 1.18	0	14	0	104,0	400	240	0,00025	166,73	49,64	2,07	0,52%
1.18 - 1.17	0	12	0	91,1	400	240	0,00025	146,07	17,5	2,71	0,68%
1.17 - 1.16	0	10	0	78,2	400	240	0,00025	125,41	17,5	3,26	0,81%
1.16 - 1.15	0	8	0	64,4	400	240	0,00025	103,28	17,5	3,71	0,93%
1.15 - 1.14	0	6	0	49,7	400	240	0,00025	79,67	17,5	4,06	1,01%
1.14 - 1.13	0	4	0	35,0	400	240	0,00025	56,07	17,5	4,30	1,08%
1.13 - 1.12	0	2	0	18,4	400	240	0,00025	29,51	17,5	4,43	1,11%
155										<	260
Longitud protegida por fusible											



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x	240	+ 1 x	150	Al
Fusible:	250	A		
Longitud protegida por:			260	m

CT 1, ANILLO 2

Sección	:	240 mm ²
Reducción	:	Agrupamiento 1 circuitos en contacto soterrados
Coef. Reducción	:	1,00
Intensidad Adm.	:	340 A.
Pot. Máx. Ramal	:	152,1 kW
Int. Máx. Ramal	:	243,92 A. < 340 A.
Fusible	:	250

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L
C.T.1 - 2.1	6,53	12,336	80,5541
2.1 - 2.2	60,46	75,355	5048,03
2.2 - 2.19	24,2	18,4	1677,9
2.19 - 2.20	15,4	18,4	1961,26
2.20 - 2.21	15,4	18,4	2244,62
2.21 - 2.22	36,72	18,4	2920,26
2.22 - 2.23	15,4	18,4	3203,62
2.23 - 2.24	15,4	18,4	3486,98
2.24 - 2.25	15,4	18,4	3770,34
2.25 - 2.26	39,77	18,4	4502,11
2.26 - 2.27	15,4	18,4	4785,47
2.27 - 2.28	15,4	18,4	5068,83
2.28 - 2.29	15,4	18,4	5352,19
2.29 - 2.30	15,4	9,2	2817,78
2.30 - 2.3	35,73	11,61	3970,74
2.3 - C.T.1	17,85		
Total	359,86	310,9	50890,7

Situación Apertura Anillo	Tramo
163,68776 m	2.22 - 2.23

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión	
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)
C.T.1 - 2.1	0	8	87,691	152,1	400	240	0,00025	243,92	6,53	0,40	0,10%
2.1 - 2.2	0	8	75,355	139,8	400	240	0,00025	224,13	60,46	3,79	0,95%
2.2 - 2.19	0	8	0	64,4	400	240	0,00025	103,28	24,2	4,41	1,10%
2.19 - 2.20	0	6	0	49,7	400	240	0,00025	79,67	15,4	4,72	1,18%
2.20 - 2.21	0	4	0	35,0	400	240	0,00025	56,07	15,4	4,93	1,23%
2.21 - 2.22	0	2	0	18,4	400	240	0,00025	29,51	36,72	5,20	1,30%
159	<	260									

Longitud protegida por fusible



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



C.T.1 - 2.3	0	15	11,61	121,1	400	240	0,00025	194,20	17,850	0,87	0,22%
2.3 - 2.30	0	15	0	109,5	400	240	0,00025	175,58	37,730	2,52	0,63%
2.30 - 2.29	0	14	0	104,0	400	240	0,00025	166,73	15,400	3,16	0,79%
2.29 - 2.28	0	12	0	91,1	400	240	0,00025	146,07	15,400	3,73	0,93%
2.28 - 2.27	0	10	0	78,2	400	240	0,00025	125,41	15,400	4,21	1,05%
2.27 - 2.26	0	8	0	64,4	400	240	0,00025	103,28	15,400	4,61	1,15%
2.26 - 2.25	0	6	0	49,7	400	240	0,00025	79,67	39,770	5,40	1,35%
2.25 - 2.24	0	4	0	35,0	400	240	0,00025	56,07	15,400	5,62	1,40%
2.24 - 2.23	0	2	0	18,4	400	240	0,00025	29,51	15,4	5,73	1,43%
									188	<	260

Longitud protegida por fusible

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al
Fusible: 250 A
Longitud protegida por: 260 m



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



CT 2, ANILLO 3

Sección	: 150 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 1 circuitos en contacto soterrados
Coef. Reducción	: 1,00
Intensidad Adm.	: 260 A.
Pot. Máx. Ramal	: 91,1 kW
Int. Máx. Ramal	: 146,07 A. < 260 A.
Fusible	160

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L	
C.T.2 - 3.31	32,7	18,4	601,68	
3.31 - 3.32	45,6	18,4	1440,72	
3.32 - 3.33	16,96	18,4	1752,78	
3.33 - 3.34	16,96	18,4	2064,85	
3.34 - 3.35	16,96	18,4	2376,91	
3.35 - 3.36	16,96	18,4	2688,98	
3.36 - 3.37	36,25	18,4	3355,98	
3.37 - 3.38	39,12	18,4	4075,78	
3.38 - 3.39	16,96	18,4	4387,85	
3.39 - 3.40	16,96	18,4	4699,91	
3.40 - 3.41	16,96	18,4	5011,98	
3.41 - 3.42	16,96	18,4	4722,36	
3.42 - C.T.2	10,2	0	0	
Total	299,55	220,8	37179,8	

Situación Apertura Anillo	Tramo
168,38667 m	3.36-3.37

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión	
	5,75	9,2	S.G.							(V)	(%)
C.T.2 - 3.31	0	12	0	91,1	400	150	0,00038	146,07	32,7	1,82	0,45%
3.31 - 3.32	0	10	0	78,2	400	150	0,00038	125,41	45,6	3,99	1,00%
3.32 - 3.33	0	8	0	64,4	400	150	0,00038	103,28	16,96	4,65	1,16%
3.33 - 3.34	0	6	0	49,7	400	150	0,00038	79,67	16,96	5,17	1,29%
3.34 - 3.35	0	4	0	35,0	400	150	0,00038	56,07	16,96	5,53	1,38%
3.35 - 3.36	0	2	0	18,4	400	150	0,00038	29,51	16,96	5,36	1,34%
									146	<	285

Longitud protegida por fusible

C.T.2 - 3.42	0	12	0	91,1	400	150	0,00038	146,07	10,2	0,57	0,14%
3.42 - 3.41	0	10	0	78,2	400	150	0,00038	125,41	16,96	1,37	0,34%
3.41 - 3.40	0	8	0	64,4	400	150	0,00038	103,28	16,96	2,04	0,51%
3.40 - 3.39	0	6	0	49,7	400	150	0,00038	79,67	16,96	2,55	0,64%
3.39 - 3.38	0	4	0	35,0	400	150	0,00038	56,07	16,96	2,91	0,73%
3.38 - 3.37	0	2	0	18,4	400	150	0,00038	29,51	39,12	3,35	0,84%
									117	<	285

Longitud protegida por fusible

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al

Fusible: 160 A

Longitud protegida por: 285 m



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



CT 2, ANILLO 4

Sección	: 150 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 1 circuitos en contacto soterrados
Coef. Reducción	: 1,00
Intensidad Adm.	: 260 A.
Pot. Máx. Ramal	: 78,2 kW
Int. Máx. Ramal	: 125,41 A. < 260 A.
Fusible	160

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L
C.T.2 - 4.43	32,41	18,4	596,344
4.43 - 4.44	16,5	18,4	899,944
4.44 - 4.45	16,5	18,4	1203,54
4.45 - 4.46	16,5	18,4	1507,14
4.46 - 4.47	35,65	18,4	2163,1
4.47 - 4.48	38,86	18,4	2878,13
4.48 - 4.49	16,5	18,4	3181,73
4.49 - 4.50	15,5	18,4	3466,93
4.50 - 4.51	16,5	18,4	3770,53
4.51 - 4.52	34,69	18,4	4408,82
4.52 - C.T.2	26,82	0	0
Total	266,43	184,0	24076,2

Situación Apertura Anillo	Tramo
130,849 m	4.47 - 4.48

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión	
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)
C.T.2 - 4.43	0	10	0	78,2	400	150	0,00038	125,41	32,41	1,54	0,39%
4.43 - 4.44	0	8	0	64,4	400	150	0,00038	103,28	16,5	2,19	0,55%
4.44 - 4.45	0	6	0	49,7	400	150	0,00038	79,67	16,5	2,69	0,67%
4.45 - 4.46	0	4	0	35,0	400	150	0,00038	56,07	16,5	3,04	0,76%
4.46 - 4.47	0	2	0	18,4	400	150	0,00038	29,51	35,65	3,44	0,86%
118										<	285
Longitud protegida por fusible											
C.T.2 - 4.52	0	10	0	78,2	400	150	0,00038	125,41	26,82	1,28	0,32%
4.52 - 4.51	0	8	0	64,4	400	150	0,00038	103,28	34,69	2,64	0,66%
4.51 - 4.50	0	6	0	49,7	400	150	0,00038	79,67	16,5	3,14	0,78%
4.50 - 4.49	0	4	0	35,0	400	150	0,00038	56,07	16,5	3,49	0,87%
4.49 - 4.48	0	2	0	18,4	400	150	0,00038	29,51	16,5	3,68	0,92%
111										<	285
Longitud protegida por fusible											

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al

Fusible: 160 A

Longitud protegida por: 285 m



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



CT 3, ANILLO 6

Sección	: 240 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 2 circuitos en contacto soterrados
Coef. Reducción	: 0,82
Intensidad Adm.	: 279 A.
Pot. Máx. Ramal	: 146,4 kW
Int. Máx. Ramal	: 234,83 A. < 279 A.
Fusible	250

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L
C.T.3 - 5.60	26,55	71,2	1890,36
5.60 - 5.58	43,6	71,2	4994,68
5.58 - 5.61	48,32	71,2	8435,06
5.61 - 5.62	22,1	71,2	10008,6
5.62 - 5.59	56,06	71,2	14000,1
5.59 - C.T.3	49,3	0	0
Total	245,93	356,0	39328,7

Situación Apertura Anillo	Tramo
110,474 m	5.58 - 5.61

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión	
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)
C.T.3 - 5.60	33	0	23,85	146,3	400	240	0,00025	234,67	26,55	1,56	0,39%
5.60 - 5.58	22	0	15,90	106,8	400	240	0,00025	171,20	43,6	3,42	0,86%
70										<	260
Longitud protegida por fusible											
C.T.3 - 5.59	33	0	23,95	146,4	400	240	0,00025	234,83	49,3	2,89	0,72%
5.59 - 5.62	22	0	15,90	106,8	400	240	0,00025	171,20	56,06	5,29	1,32%
5.62 - 5.61	11	0	7,95	60,9	400	240	0,00025	97,59	22,1	5,83	1,46%
127										<	260
Longitud protegida por fusible											

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al
Fusible: 250 A
Longitud protegida por: 260 m



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



CT 3, ANILLO 5

Sección	: 240 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 2 circuitos soterrados separados 600 mm
Coef. Reducción	: 0,94
Intensidad Adm.	: 320 A.
Pot. Máx. Ramal	: 170,7 kW
Int. Máx. Ramal	: 273,72 A. < 320 A.
Fusible	315

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L
C.T.3 - 6.53	13,18	132,3	1743,71
6.53 - 6.55	34,6	71,2	3401,94
6.55 - 6.57	30,14	22,7	1768,78
6.57 - 6.56	18,33	65,5	6304,38
6.56 - 6.54	34,1	71,2	9280,92
6.54 - C.T.3	30,65	0	
Total	161,00	362,9	22499,7

Situación Apertura Anillo	Tramo
62,00 m	6.55 - 6.57

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión	
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)
C.T.3 - 6.53	21	0	82,7	170,7	400	240	0,00025	273,72	13,18	0,90	0,23%
6.53 - 6.55	11	0	7,95	60,9	400	240	0,00025	97,59	34,6	1,75	0,44%
48										<	195
Longitud protegida por fusible											
C.T.3 - 6.54	21	0	38,6	126,6	400	240	0,00025	202,99	8,5	0,43	0,11%
6.54 - 6.56	10	0	30,65	79,5	400	240	0,00025	127,54	24	1,20	0,30%
6.56 - 6.57	0	0	22,7	22,7	400	240	0,00025	36,41	24	1,42	0,35%
57										<	195
Longitud protegida por fusible											

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al

Fusible: 315 A

Longitud protegida por: 195 m



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



CT 4, ANILLO 7

Sección	: 240 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 2 circuitos separados 600 mm soterrados
Coef. Reducción	: 0,96
Intensidad Adm.	: 326 A.
Pot. Máx. Ramal	: 174,4 kW
Int. Máx. Ramal	: 279,69 A. < 326 A.
Fusible	315

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L
C.T.4 - 7.72	19,54	18,4	359,536
7.72 - 7.73	18,42	18,4	698,464
7.73 - 7.74	72,14	18,4	2025,84
7.74 - 7.75	18,13	18,4	2359,43
7.75 - 7.76	18,13	18,4	2693,02
7.76 - 7.77	18,41	18,4	3031,77
7.77 - 7.63	104,65	65,45	17633,5
7.63 - 7.64	19,19	65,45	18889,5
7.64 - 7.65	30,95	65,45	20915,2
7.65 - 7.66	20,85	65,45	22279,8
7.66 - C.T.4	50,4	0	0
Total	390,81	372,2	90886,2

Situación Apertura Anillo	Tramo
244,18636 m	7.77 - 7.63

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión		
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)	
C.T.4 - 7.72	0	11	0	84,6	400	240	0,00025	135,74	19,54	0,66	0,17%	
7.72 - 7.73	0	9	0	71,8	400	240	0,00025	115,09	18,42	1,19	0,30%	
7.73 - 7.74	0	7	0	57,0	400	240	0,00025	91,48	72,14	2,84	0,71%	
7.74 - 7.75	0	6	0	49,7	400	240	0,00025	79,67	18,13	3,20	0,80%	
7.75 - 7.76	0	4	0	35,0	400	240	0,00025	56,07	18,13	3,46	0,86%	
7.76 - 7.77	0	2	0	18,4	400	240	0,00025	29,51	18,41	3,59	0,90%	
									164,8	<	195	
Longitud protegida por fusible												
C.T.4 - 7.66	40	0	31,80	174,4	400	240	0,00025	279,69	50,4	3,52	0,88%	
7.66 - 7.65	30	0	23,85	137,7	400	240	0,00025	220,84	20,85	4,68	1,17%	
7.65 - 7.64	20	0	15,90	101,0	400	240	0,00025	161,98	30,95	5,93	1,48%	
7.64 - 7.63	10	0	7,95	56,8	400	240	0,00025	91,13	19,19	6,37	1,59%	
									121	<	195	
Longitud protegida por fusible												

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al

Fusible: 315 A

Longitud protegida por: 195 m



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



CT 4, ANILLO 8

Sección	: 240 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 2 circuitos separados 600 mm soterrados
Coef. Reducción	: 0,94
Intensidad Adm.	: 320 A.
Pot. Máx. Ramal	: 171,9 kW
Int. Máx. Ramal	: 275,60 A. < 320 A.
Fusible	315

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L	
C.T.4 - 8.68	17,37	71,2	1236,74	
8.68 - 8.70	32,77	71,2	3569,97	
8.70 - 8.71	19,16	71,2	4934,16	
8.71 - 8.69	30,1	71,2	7077,28	
8.69 - 8.67	44,82	136,3	19657,2	
8.67 - C.T.4	26,52	0	0	
Total	170,74	421,1	36475,3	

Situación Apertura Anillo	Tramo
86,619183 m	8.71 - 8.69

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión	
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)
C.T.4 - 8.68	33	0	23,85	146,3	400	240	0,00025	234,67	17,37	1,02	0,25%
8.68 - 8.70	22	0	15,9	106,8	400	240	0,00025	171,20	32,77	2,42	0,61%
8.70 - 8.71	11	0	7,95	60,9	400	240	0,00025	97,59	19,16	2,89	0,72%
									69	<	195
									Longitud protegida por fusible		
C.T.4 - 8.67	22	0	81	171,9	400	240	0,00025	275,60	19,54	1,35	0,34%
8.67 - 8.69	11	0	7,95	60,9	400	240	0,00025	97,59	44,82	2,44	0,61%
									64	<	195
									Longitud protegida por fusible		

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al

Fusible: 315 A

Longitud protegida por: 195 m



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



CT 5, ANILLO 9

Sección	: 150 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 1 circuitos en contacto soterrados
Coef. Reducción	: 1,00
Intensidad Adm.	: 260 A.
Pot. Máx. Ramal	: 115,0 kW
Int. Máx. Ramal	: 184,43 A. < 260 A.
Fusible	200

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L
C.T.5 - 9.78	62,02	18,4	1141,17
9.78 - 9.79	16,73	18,4	1449
9.79 - 9.80	16,73	18,4	1756,83
9.80 - 9.81	16,73	18,4	2064,66
9.81 - 9.82	16,73	18,4	2372,5
9.82 - 9.83	16,73	18,4	2680,33
9.83 - 9.84	36,86	18,4	3358,55
9.84 - 9.85	16,45	18,4	3661,23
9.85 - 9.86	34,67	18,4	4299,16
9.86 - 9.87	16,73	18,4	4606,99
9.87 - 9.88	16,73	18,4	4914,82
9.88 - 9.89	16,73	18,4	5222,66
9.89 - 9.90	16,73	18,4	5530,49
9.90 - 9.91	16,73	18,4	5838,32
9.91 - 9.92	16,73	18,4	6146,15
9.92 - 9.93	40,04	18,4	6882,89
9.93 - C.T.5	62,53	0	0
Total	436,6	294,4	61925,8

Situación Apertura Anillo	Tramo
210,34563 m	5.85 - 5.86

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión		
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)	
C.T.5 - 9.78	0	16	0	115,0	400	150	0,00038	184,43	62,02	4,35	1,09%	
9.78 - 9.79	0	14	0	104,0	400	150	0,00038	166,73	16,73	5,41	1,35%	
9.79 - 9.80	0	12	0	91,1	400	150	0,00038	146,07	16,73	6,34	1,58%	
9.80 - 9.81	0	10	0	78,2	400	150	0,00038	125,41	16,73	7,13	1,78%	
9.81 - 9.82	0	8	0	64,4	400	150	0,00038	103,28	16,73	7,79	1,95%	
9.82 - 9.83	0	6	0	49,7	400	150	0,00038	79,67	16,73	8,30	2,07%	
9.83 - 9.84	0	4	0	35,0	400	150	0,00038	56,07	36,86	9,08	2,27%	
9.84 - 9.85	0	2	0	18,4	400	150	0,00038	29,51	16,45	9,27	2,32%	
								198,98	<	215		

Longitud protegida por fusible



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



C.T.5 - 9.93	0	16	0	115,0	400	150	0,00038	184,43	62,53	4,38	1,10%
9.93 - 9.92	0	14	0	104,0	400	150	0,00038	166,73	40,04	6,92	1,73%
9.92 - 9.91	0	12	0	91,1	400	150	0,00038	146,07	16,73	7,85	1,96%
9.91 - 9.90	0	10	0	78,2	400	150	0,00038	125,41	16,73	8,65	2,16%
9.90 - 9.89	0	8	0	64,4	400	150	0,00038	103,28	16,73	9,30	2,33%
9.89 - 5.88	0	6	0	49,7	400	150	0,00038	79,67	16,73	9,81	2,45%
5.88 - 9.87	0	4	0	35,0	400	150	0,00038	56,07	16,73	10,16	2,54%
9.87 - 9.86	0	2	0	18,4	400	150	0,00038	29,51	16,73	10,35	2,59%

202,95 < **215**

Longitud protegida por fusible

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al

Fusible: 200 A

Longitud protegida por: 215 m



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



CT 5, ANILLO 10

Sección	: 240 mm ²
Reducción	: Agrupamiento 1 circuitos en contacto soterrados
Coef. Reducción	: 1,00
Intensidad Adm.	: 340 A.
Pot. Máx. Ramal	: 140,7 kW
Int. Máx. Ramal	: 225,57 A. < 340 A.
Fusible	: 250

Tramo	Longitud (m)	Pot. kW	P*L
C.T.5 - 10.94	56,65	18,4	1042,36
10.94 - 10.95	15,58	18,4	1329,03
10.95 - 10.96	15,58	18,4	1615,7
10.96 - 10.97	15,58	18,4	1902,38
10.97 - 10.98	15,58	18,4	2189,05
10.98 - 10.99	15,58	18,4	2475,72
10.99 - 10.100	15,58	18,4	2762,39
10.100 - 10.111	34,63	20	3695,2
10.111 - 10.101	171,32	9,2	3275,94
10.101 - 10.102	15,58	18,4	6838,54
10.102 - 10.103	15,58	18,4	7125,22
10.103 - 10.104	15,58	18,4	7411,89
10.104 - 10.105	15,58	18,4	7698,56
10.105 - 10.106	15,58	18,4	7985,23
10.106 - 10.107	15,58	18,4	8271,9
10.107 - 10.108	15,58	18,4	8558,58
10.108 - 10.109	15,58	18,4	8845,25
10.109 - 10.110	22,11	20,73	10423,7
10.110 - C.T.5	4,12	0	0
Total	506,95	325,9	93446,6

Situación Apertura Anillo	Tramo
286,70758 m	10.111 -10.101

Tramo	POTENCIAS kW.			Total (kW)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	K	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de Tensión	
	5,75	9,2	S.G							(V)	(%)
C.T.5 - 10.94	0	14	20	124,0	400	240	0,00025	198,80	56,65	2,82	0,70%
10.94 - 10.95	0	12	20	111,1	400	240	0,00025	178,14	15,58	3,51	0,88%
10.95 - 10.96	0	10	20	98,2	400	240	0,00025	157,49	15,58	4,12	1,03%
10.96 - 10.97	0	8	20	84,4	400	240	0,00025	135,36	15,58	4,65	1,16%
10.97 - 10.98	0	6	20	69,7	400	240	0,00025	111,75	15,58	5,09	1,27%
10.98 - 10.99	0	4	20	55,0	400	240	0,00025	88,14	15,58	5,43	1,36%
10.99 - 10.100	0	2	20	38,4	400	240	0,00025	61,58	15,58	5,67	1,42%
10.100 - 10.111	0	0	20	20,0	400	240	0,00025	32,08	34,63	5,95	1,49%
									185	<	260

Longitud protegida por fusible



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



C.T.5 - 10.110	0	17	20,13	140,7	400	240	0,00025	225,57	4,12	0,23	0,06%
10.110 - 10.109	0	17	0	120,5	400	240	0,00025	193,28	22,1	1,30	0,33%
10.109 - 10.108	0	15	0	109,5	400	240	0,00025	175,58	15,58	1,98	0,50%
10.108 - 10.107	0	13	0	97,5	400	240	0,00025	156,40	15,58	2,59	0,65%
10.107 - 10.106	0	11	0	84,6	400	240	0,00025	135,74	15,58	3,12	0,78%
10.106 - 10.105	0	9	0	71,8	400	240	0,00025	115,09	15,58	3,57	0,89%
10.105 - 10.104	0	7	0	57,0	400	240	0,00025	91,48	15,58	3,93	0,98%
10.104 - 10.103	0	5	0	42,3	400	240	0,00025	67,87	15,58	4,19	1,05%
10.103 - 10.102	0	3	0	27,6	400	240	0,00025	44,26	15,58	4,36	1,09%
10.102 - 10.101	0	1	0	9,2	400	240	0,00025	14,75	15,58	4,42	1,11%
151										<	260
Longitud protegida por fusible											

SELECCIÓN:

XZ1 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 AI
Fusible: 250 A
Longitud protegida por: 260 m



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



PLIEGO DE CONDICIONES



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



INDICE

3.- Pliego de condiciones.

3.1.- Condiciones generales.

3.2.- Pliego de Condiciones de la red de Baja Tensión.

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

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

3.2.1.2.- Señalización.

3.2.1.3.- Empalmes y terminales.

3.2.1.4.- Accesorios.

3.2.1.5.- Medidas eléctricas.

3.2.1.6.- Obra civil.

3.2.1.7.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

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

3.3.- Pliego de Condiciones de la red de Media Tensión.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y 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: ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



3.4.- Pliego de Condiciones de los 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 de potencia.

3.4.1.4.- Equipos de medida.

3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.

3.4.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

3.4.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.4.5.- Certificados y documentación.

3.4.6.- Libro de órdenes.



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



3.- PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.- Condiciones 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.

3.2.- Pliego de Condiciones de la red de Baja Tensión.

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

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

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(S)	
Conductor	Aluminio
Secciones	95-150 y 240
Tensión asignada	0,6/1kV
Aislamiento	Mezcla de polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta	PVC

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores (3 fases y 1 neutro).

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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm² y 240 mm² se utilizarán en la red subterránea de distribución en Baja Tensión y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- La sección de 95 mm², se utilizará como neutro de la sección de 150 mm² línea de derivación de la red general y acometidas.

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. La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobrerodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

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

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos. Para los cruces de calles y carreteras:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

3.2.1.2.- Señalización.

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

3.2.1.3.- 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



evaluar la confección del empalme o terminación.

- En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.
- La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.
- Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.
- En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

3.2.1.4.- Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

3.2.1.5.- 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.

3.2.1.6.- Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la realización de las zanjas por donde discurrirá la red de baja tensión, los tipos de zanjas se escriben en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

3.2.1.7.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

- Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.
- 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 0,35 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



depositarán los cables a instalar.

- Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.
- Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.
- Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.
- El tubo de 160 mm \varnothing que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de Baja Tensión. 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 consideré 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 que acompañan el proyecto.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte. El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 la obra.

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional. Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el 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, de mantenedores y/o de organismos de control.

Generalmente, este tipo de instalación 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.

3.3.- Pliego de Condiciones de la red de Media Tensión.

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

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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

Se utilizarán conductores de aluminio de la marca Prysmian del tipo “ AL EPROTENAX- H COMPACT 12/20 kV de sección 240 mm² ”.

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). La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Tendido de los cables:

- Manejo y preparación de bobinas:

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

- 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 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bias para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión 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.

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 sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

- Empalmes:

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.

- **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.

- **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.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

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: ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro. Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar.

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm \varnothing que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm \varnothing , según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm \varnothing aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,8 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.

3.4.- Pliego de Condiciones de los Centros de Transformación.

3.4.1.- Calidad de los materiales. 3.4.1.1- Obra civil.

La(s) envolvente(s) empleada(s) 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 envoltorio 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.

3.4.1.3- Transformadores de potencia.

El transformador o transformadores instalados en este Centro 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 un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que esta 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:



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



3.4.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

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 público 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.

PRESUPUESTO



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



INDICE

- 4.- Presupuesto.**
 - 4.1.- Centros de Transformación.**
 - 4.1.1.- Centro de transformación prefabricado tipo PFU de 400 KVA.**
 - 4.1.2.- Centro de transformación tipo MINIBLOK de 400 KVA.**
 - 4.2.- Red de Media Tensión.**
 - 4.3.- Red de Baja Tensión.**
 - 4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.1.**
 - 4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.2.**
 - 4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.3.**
 - 4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.4.**
 - 4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.5.**
 - 4.4.- Zanjas.**
 - 4.5.- Presupuesto total del proyecto.**



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.- Presupuesto.

4.1.- Centros de Transformación.

4.1.1.- Centro de transformación prefabricado tipo PFU de 400 KVA.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
OBRA CIVIL				
1.001	Edificio de Transformación: PFU-4/20 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.	1,00	7.233,60	7.233,60
IMPORTE OBRA CIVIL				<u>7.233,60€</u>

EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN

1.002	E/S 1 - E/S 2 - E/S 3 - E/S 4: CGMcosmos L-24 Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B 			
--------------	--	--	--	--

Se incluyen el montaje y conexión.

4,00	2.559,90	10.239,6
------	----------	-----------------



1.003

S1: CGMcosmos S-24

Módulo de interruptor pasante equipado con interruptor – seccionador de dos posiciones y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

1,00 2.700,0 **2.700,00**

1.004

PT1: CGMcosmos P - 24

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 21 kA / 52,5 kA
- Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando 1: manual tipo B
- Mando 2: manual tipo B
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen el montaje y conexión.

1,00 3.336,30 **3.336,30**

1.005

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 empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K-152.

1,00 1.096,70 **1.096,70**

IMPORTE EQUIPOS MEDIA TENSIÓN

17.372,6€



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



EQUIPOS DE POTENCIA

1.006	Transformador 1: Transformador aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria 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), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro.	1,00	6.510,90	6.510,90
IMPORTE EQUIPOS DE POTENCIA				<u>6.510,90€</u>

EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

1.007	Cuadros BT - B2 Transformador 1: <i>Cuadros Baja Tensión</i> Cuadro de BT UNESA, con 5 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria.	1,00	1.438,80	1.438,80
1.008	Puentes BT - B2 Transformador 1: <i>Puentes BT - B2 Transformador 1</i> Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.	1,00	427,90	427,90
IMPORTE EQUIPOS BAJA TENSIÓN				<u>1.866,70€</u>

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EXTERIOR

1.009	Tierras Exteriores Prot Transformación: <i>Anillo rectangular</i> Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro. Características: <ul style="list-style-type: none">● Geometría: Anillo rectangular● Profundidad: 0,5 m● Número de picas: cuatro● Longitud de picas: 2 metros● Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m	1,00	1.345,30	1.345,30
--------------	---	------	----------	-----------------



1.010	Tierras Exteriores Serv Transformación: <i>Picas alineadas</i> Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: <ul style="list-style-type: none">• Geometría: Picas alineadas• Profundidad: 0,8 m• Número de picas: dos• Longitud de picas: 2 metros Distancia entre picas: 3 metros			
		1,00	661,10	661,10
	IMPORTE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EXTERIOR			<u>2.002,40€</u>
	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA INTERIOR			
1.011	Tierras Interiores Prot Transformación: <i>Instalación interior tierras</i> Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			
		1,00	443,30	443,30
1.012	Tierras Interiores Serv Transformación: <i>Instalación interior tierras</i> Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
		1,00	443,30	443,30
	IMPORTE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA INTERIOR			<u>886,60€</u>
	VARIOS			
1.013	Defensa de Transformador 1: <i>Protección física transformador</i> Protección metálica para defensa del transformador.			
		1,00	265,30	256,30



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



1.014	Iluminación Edificio de Transformación: <i>Equipo de iluminación</i> Equipo de iluminación compuesto de: <ul style="list-style-type: none">• Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.• Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.	1,00	427,90	427,90
1.015	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: <ul style="list-style-type: none">• Banquillo aislante• Par de guantes de amianto• Extintor de eficacia 89B• Una palanca de accionamiento• Armario de primeros auxilios	1,00	528,00	528,00
	IMPORTE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA INTERIOR			<u>1.212,20€</u>
	TOTAL CT TIPO PREFABRICADO 400 kVA			37.085,0€



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.1.2.- Centro de transformación tipo MINIBLOK de 400 KVA.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
OBRA CIVIL				
1.016	<p>Edificio de Transformación: <i>miniBLOK - 24</i> Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje, accesorios y apartamenta interior que esta formada sobre un bastidor por los siguientes elementos:</p>	1,00		
EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN				
1.017	<p>E/S1,E/S2,PT1: <i>CGMcosmos (2L + P) - 24</i> Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 21 kA / 52,5 kA · Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm · Mando 1: manual tipo B · Mando 2: manual tipo B <p>Mando (fusibles): manual tipo BR</p>	1,00		
INTERCONEXIONES MEDIA TENSIÓN				
1.018	<p>Puentes MT Transformador 1: <i>Cables MT 12/20 kV</i> Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR. En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.</p>	1,00		



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



EQUIPOS DE POTENCIA

1.019	Transformador 1: Transformador aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria 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), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.	1,00
--------------	--	------

EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

1.020	Cuadros BT - B2 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.	1,00
--------------	--	------

INTERCONEXIONES DE BAJA TENSIÓN

1.021	Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1 Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.	1,00
--------------	---	------

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EXTERIOR

1.022	Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.	1,00
--------------	--	------

1.023	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: <ul style="list-style-type: none">● Par de guantes aislantes● Una palanca de accionamiento	1,00
--------------	--	------



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



1.023

Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Par de guantes aislantes
- Una palanca de accionamiento

1,00

IMPORTE EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK -	4,00	24.695,00	<u>98.780,00€</u>
--	------	-----------	--------------------------

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EXTERIOR

1.024

Tierras Exteriores Prot Transformación: *Anillo rectangular*

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 3.0x3.0 m

	4,00	1.345,30	5.381,20
--	------	----------	-----------------

1.025

Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas.

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

	4,00	661,10	2.644,40
--	------	--------	-----------------

IMPORTE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EXTERIOR			<u>8.025,60€</u>
--	--	--	-------------------------



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



SISTEMA DE PUESTA A TIERRA INTERIOR			
1.026	Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	4,00	443,30
			1.773,20
1.027	Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	4,00	443,30
			1773,20
	IMPORTE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA INTERIOR		<u>3.546,40€</u>
	TOTAL CTs TIPO MINIBLOK 400 kVA		110.352,00€



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.2.- Red de Media Tensión.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
RED MT				
1.028	MI Conductor Al, 150mm², HEPRZ1,12/20 Conductor unipolar de aluminio de 150 mm ² de sección, con aislamiento de etileno polietileno (HEPRZ1) para una tensión nominal de 12/20 kV., tipo EPROTENAX de Prysmian o similar, incluso mano de obra instalación, p.p. pequeño material accesorio y medios auxiliares, totalmente instalado.	1828,55	7,15	13.074.13
1.029	Ud Botella Terminal Enchufable Al. 150mm²,12/20kV Juego (tres) terminales enchufables de interior para cables unipolares de aluminio, de 150 mm ² de sección y aislamiento seco HEPRZ1 para 12/20 kV, para entrada en celda compacta de SF6, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio, totalmente terminado.	39,00	650,38	25.364,82
TOTAL RED DE MEDIA TENSIÓN				38.438,95€



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.3.- Red de Baja Tensión.

4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.1.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
ANILLO 1				
1.030	MI Línea 3x1x240+1x150mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x240+1x150 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	404,80	12,00	5.595,60
1.031	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contador, fusibles y cuchillas).	12,00	483,00	5.796,00
1.032	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	3,00	466,00	1.398,00
1.033	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para armarios tipo CGPMS de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	15,00	215,20	3.328,00
1.034	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.			
IMPORTE ANILLO 1				<u>16.117,60€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



ANILLO 2

1.035	MI Línea 3x1x240+1x150mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x240+1x150 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	359,86	12,00	4.318,32
1.036	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/3-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contadores, fusibles y cuchillas).	11,00	483,00	5.313,00
1.037	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	4,00	466,00	1.864,00
1.038	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para 2 armarios tipo PLT de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	15,00	215,20	3.228,40
1.039	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	15,00	12,97	194,55
IMPORTE ANILLO 2				<u>14.918,27€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



VARIOS ANILLO 1 Y ANILLO 2

1.040

Ud. Pruebas y Mediciones

Realización de las pruebas y las mediciones necesarias para la comprobación de la correcta instalación así como Resistencia a tierra del Neutro, Estampación de Pegatinas y otros exigidos por la compañía suministradora Iberdrola.

1,00 150,00 **150,00**

IMPORTE VARIOS ANILLOS 1 Y 2

150,00€

TOTAL BAJA TENSIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 1

31.185.87€



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.2.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
ANILLO 3				
1.041	MI Línea 3x1x150+1x95mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x240+1x150 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	299,60	9,00	2696,40
1.042	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contador, fusibles y cuchillas).	24,00	483,00	11.592,00
1.043	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	0,00	466,00	0,00
1.044	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para armarios tipo CGPMS de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	24,00	215,20	5.164,80
1.045	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	24,00	12,97	311.28
IMPORTE ANILLO 3				<u>19.764,48€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



ANILLO 4

1.046	MI Línea 3x1x150+1x95mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x95+1x50 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	266.4	9,00	2.397,60
1.046	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/3-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contadores, fusibles y cuchillas).	10,00	483,00	4.830,00
1.047	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	0,00	466,00	0,00
1.048	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para 2 armarios tipo PLT de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	10,00	215,20	2.152,00
1.049	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	10,00	12,97	129,70
IMPORTE ANILLO 4				<u>9.509,30€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



VARIOS ANILLO 3 Y ANILLO 4

1.051

Ud. Pruebas y Mediciones

Realización de las pruebas y las mediciones necesarias para la comprobación de la correcta instalación así como Resistencia a tierra del Neutro, Estampación de Pegatinas y otros exigidos por la compañía suministradora Iberdrola.

1,00 150,00 **150,00**

IMPORTE VARIOS ANILLOS 3 Y 4

150,00€

TOTAL BAJA TENSIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 2

29.423,78€



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.3.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
ANILLO 5				
1.052	MI Línea 3x1x240+1x150mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x240+1x150 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	161,00	12,00	1.932,00
1.053	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contador, fusibles y cuchillas).	0,00	483,00	0,00
1.054	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	5,00	466,00	2.330,00
1.055	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para armarios tipo CGPMS de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	5,00	215,20	1.076,00
1.056	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	5,00	12,97	64,85
IMPORTE ANILLO 5				<u>5.402,85€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



ANILLO 6

1.057	MI Línea 3x1x240+1x150mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x240+1x150 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	245,9	12,00	2.950,80
1.058	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/3-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contadores, fusibles y cuchillas).	0,00	483,00	0,00
1.059	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	5,00	466,00	2.330,00
1.060	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para 2 armarios tipo PLT de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	5,00	215,20	1.076,00
1.061	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	5,00	12,97	64,85
IMPORTE ANILLO 6				<u>6.421.65€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



VARIOS ANILLO 5 Y ANILLO 6

1.062

Ud. Pruebas y Mediciones

Realización de las pruebas y las mediciones necesarias para la comprobación de la correcta instalación así como Resistencia a tierra del Neutro, Estampación de Pegatinas y otros exigidos por la compañía suministradora Iberdrola.

1,00

150,00

150,00

IMPORTE VARIOS ANILLOS 5 Y 6

150,00€

TOTAL BAJA TENSIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 3

11.974,5€



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.4.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
ANILLO 7				
1.063	MI Línea 3x1x240+1x150mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x240+1x150 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	390,80	12,00	4.689,00
1.064	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contador, fusibles y cuchillas).	6,00	483,00	2.898,00
1.065	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	4,00	466,00	1.864,00
1.066	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para armarios tipo CGPMS de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	10,00	215,20	2.152,00
1.067	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	10,00	12,97	129,7
IMPORTE ANILLO 7				<u>9.123,70€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



ANILLO 8

1.068	MI Línea 3x1x240+1x150mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x240+1x150 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	170,7	12,00	2.048,0
1.069	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/3-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contadores, fusibles y cuchillas).	0,00	483,00	0,00
1.070	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	5,00	466,00	2.330,00
1.071	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para 2 armarios tipo PLT de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	5,00	215,20	1.076,00
1.072	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	5,00	12,97	64,85
IMPORTE ANILLO 8				<u>5.518,85€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



VARIOS ANILLO 7 Y ANILLO 8

1.073

Ud. Pruebas y Mediciones

Realización de las pruebas y las mediciones necesarias para la comprobación de la correcta instalación así como Resistencia a tierra del Neutro, Estampación de Pegatinas y otros exigidos por la compañía suministradora Iberdrola.

1,00

150,00

150,00

IMPORTE VARIOS ANILLOS 7 Y 8

150,00€

TOTAL BAJA TENSIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 4

14.792,55€



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.3.1.- Instalación de Baja Tensión en del C.T.5.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
ANILLO 9				
1.074	MI Línea 3x1x150+1x95mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x150+1x95 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	436,60	9,00	3.929,40
1.075	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contador, fusibles y cuchillas).	16,00	483,00	7.728,00
1.076	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	0,00	466,00	0,00
1.077	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para armarios tipo CGPMS de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	16,00	215,20	3.443,20
1.078	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	16,00	12,97	207,52
IMPORTE ANILLO 9				<u>15.308,12€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



ANILLO 10

1.079	MI Línea 3x1x240+1x150mm²,Al,1kV,XZ1 Línea de 3x1x240+1x150 mm ² , realizada con conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo de color negro para una tensión nominal de 0,6/1kV, tipo VOLTALENE-N de Prysmian o similar, incluso maceado, cinta adhesiva, mano de obra instalación y p.p. pequeño material accesorio, totalmente instalado.	507.0	12,00	6.084,00
1.080	Ud Armario CPM3-D2/2-M-CS, 2 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/3-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con 2 contadores, fusibles y cuchillas).	15,00	483,00	7.245,00
1.081	Ud Armario CPM3-D2/*-M-CS, 1 abonados instalado Armario de seccionamiento, protección y medida, tipo CPM3-D2/2-M-CS, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, incluso basamento de hormigón armado, tablero de material no higroscópico para colocación apartamento, fusibles y barra de neutro, conexionado de conductores y mano de obra instalación, totalmente montado (con contador, fusibles y cuchillas).	3,00	466,00	1.398,00
1.082	Ud Recubrimiento 2 armarios PLT Recubrimiento de obra con ladrillo del 9 para 2 armarios tipo PLT de poliéster, incluso enlucido exterior, mano de obra, totalmente terminado.	18,00	215,20	3.873,60
1.083	Ud T.T. para neutro Toma tierra para neutro en C.G.P., realizada con picas de acero-cobre de 2m. de longitud, o flagelo de 50 mm ² de sección, y cable aislado 1 kV. de cobre de 50 mm ² de sección, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio.	18,00	12,97	233,46
IMPORTE ANILLO 10				<u>18.834,06€</u>



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



VARIOS ANILLO 9 Y ANILLO 10

1.084

Ud. Pruebas y Mediciones

Realización de las pruebas y las mediciones necesarias para la comprobación de la correcta instalación así como Resistencia a tierra del Neutro, Estampación de Pegatinas y otros exigidos por la compañía suministradora Iberdrola.

1,00	150,00	150,00
------	--------	---------------

IMPORTE VARIOS ANILLOS 9 Y 10

150,00€

TOTAL BAJA TENSIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 5

34.292,18€

TOTAL DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

121.668,88€



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.4.- Zanjas.

Código	Descripción	Totales	Precio	Importe
ZANJAS				
1.085	MI Cruce vial 4 tubos \varnothing 160 mm. Cruce de vial con cuatro dos de P.V.C., protección mecánica 7, de \varnothing 160 mm., hormigonados según descripción planos, incluso apertura de zanja de 0.35x1.00 m., relleno posterior de la misma, con zahorra artificial compactada en capas de 20 cm, cinta de P.V.C. con inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.	5,00	20,00	100,00
1.086	MI Cruce vial 1 tubos \varnothing 160 mm. Cruce de vial con tres tubos de P.V.C., protección mecánica 7, de \varnothing 160 mm., hormigonados según descripción planos, incluso apertura de zanja de 0.35x0.80 m., protección con tubo P.V.C. \varnothing 160, re-llenado posterior de la misma con zahorra artificial compactada en capas de 10 cm., cintas de P.V.C. con inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.	40,00	11,00	440,00
1.087	MI Cruce vial 2 tubos \varnothing 160 mm. Cruce de vial con cuatro dos de P.V.C., protección mecánica 7, de \varnothing 160 mm., hormigonados según descripción planos, incluso apertura de zanja de 0.35x0.80 m., relleno posterior de la misma, con zahorra artificial compactada en capas de 20 cm, cinta de P.V.C. con inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.	30,00	13,00	390,00
1.088	MI Zanja 1 M.T. 0.50x0.90 m. Apertura de zanja en tierra dura bajo acera, de 0.45x1.30 m., y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. \varnothing 160, zahorra artificial compactada en capas de 20 cm, incluso cinta de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	173,48	10,00	1.734,80
1.089	MI Zanja 2 B.T. 0.35x0.70 m. Apertura de zanja en tierra dura para dos ternas B.T., de 0.35x0.70 m., y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo de plástico \varnothing 160 y placa cubre cables de 0.25 x 1.00m, zahorra artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.	96,72	8,00	773,76



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



1.090	MI Zanja 3 B.T.+ 2 M.T.,0.50x0.90 m. Apertura de zanja en tierra dura y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo de plástico $\varnothing 160$ y placa cubre cables de 0.25 x 1.00m, zanja artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.	29,00	10,00	290,00
1.091	MI Zanja 2 M.T.+ 1 B.T.,0.50x0.90 m. Apertura de zanja en tierra dura y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. $\varnothing 160$ y placas cubre cables de 0.25 x 1.00 m., y zanja artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	187,50	10,00	1.875,00
1.092	MI Zanja 1 B.T. 0.35x0.70 m. Apertura de zanja en tierra dura para dos ternas B.T., de 0.35x0.70 m., y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo de plástico $\varnothing 160$ y placa cubre cables de 0.25 x 1.00m, zanja artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.	1331,40	8,00	10.651,20
1.093	MI Zanja 2 M.T. 0.50x0.90 m. Apertura de zanja en tierra dura bajo acera, de 0.45x1.30 m., y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. $\varnothing 160$, zanja artificial compactada en capas de 20 cm, incluso cinta de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	14,35	10,00	1.435,00
1.094	MI Zanja 1 M.T.+ 1 B.T.,0.50x0.90 m. Apertura de zanja en tierra dura y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. $\varnothing 160$ y placas cubre cables de 0.25 x 1.00 m., y zanja artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	493,8	10,00	4.938,00
1.095	MI Zanja 3 M.T.+ 1 B.T.,0.50x1.20 m. Apertura de zanja en tierra dura y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. $\varnothing 160$ y placas cubre cables de 0.25 x 1.00 m., y zanja artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	38,78	15,00	581,70



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



1.096	MI Zanja 1 M.T.+ 2 B.T.,0.50x0.90 m. Apertura de zanja en tierra dura y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. \varnothing 160 y placas cubre cables de 0.25 x 1.00 m., y zahorra artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	201,73	10,00	2.017,30
1.097	MI Zanja 2 M.T.+ 2 B.T.,0.50x0.90 m. Apertura de zanja en tierra dura y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. \varnothing 160 y placas cubre cables de 0.25 x 1.00 m., y zahorra artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	8,95	10,00	895,00
1.098	MI Zanja 3 M.T.+ 2 B.T.,0.50x1.20 m. Apertura de zanja en tierra dura y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. \varnothing 160 y placas cubre cables de 0.25 x 1.00 m., y zahorra artificial compactada en capas de 10 cm, incluso cintas de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	33,60	15,00	504,00
TOTAL ZANJAS				26.625,76€



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4.5.- Presupuesto total del proyecto.

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	147.437,00
RED DE MEDIA TENSIÓN.....	38.438,95
RED DE BAJA TENSIÓN.....	121.668,88
ZANJAS.....	26.625,76
	334.170,59
IMPREVISTOS 5%.....	16.708,53
BENEFICIOS 7%.....	23.391,94
	374.271,06
IVA 21%.....	78.596,92
	<u>TOTAL 452.867,98 €</u>

CARTAGENA, Septiembre de 2013.

El Ingeniero Técnico Industrial
Francisco José Sánchez-Migallón Muñoz.

PLANOS



PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



INDICE

5 Planos.

- 5.1 Situación y emplazamiento.**
- 5.2 Dimensiones exteriores del CT PFU.**
- 5.3 Esquema unifilar del CT PFU.**
- 5.4 Dimensiones interiores y tierras del CT PFU.**
- 5.5 Dimensiones exteriores del CT Miniblok.**
- 5.6 Dimensiones interiores del CT Miniblok.**
- 5.7 Esquema unifilar y tierras del CT Miniblok.**
- 5.8 Líneas de media tensión.**
- 5.9 Esquema unifilar de Media Tensión.**
- 5.10 Red de baja tensión anillos 1 y 2.**
- 5.11 Red de baja tensión anillos 3 y 4.**
- 5.12 Red de baja tensión anillos 5 y 6.**
- 5.13 Red de baja tensión anillos 7 y 8.**
- 5.14 Red de baja tensión anillos 9 y 10.**
- 5.15 Distribución de zanjas.**
- 5.16 Tipos de zanjas empleadas.**

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD



INDICE

6.- Estudio básico de seguridad y salud.

6.1.- Estudio básico de seguridad y salud para líneas de Media y Baja Tensión.

6.1.1.- Objeto.

6.1.2.- Campo de aplicación.

6.1.3.- Normativa aplicable.

6.1.4.- Metodología y desarrollo del estudio.

6.1.4.1- Aspectos generales.

6.1.4.2- Identificación de riesgos.

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

6.1.4.2.2.- Medidas preventivas de carácter general.

6.1.4.2.3.- Medidas preventivas de carácter particular para cada edificio.

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

6.1.4.2.3.2.- Relleno de tierras.

6.1.4.2.3.3.- Encofrados.

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

6.1.4.2.3.5.- Trabajos de manipulación del hormigón.

6.1.4.2.3.6.- Instalación eléctrica provisional de obra.

6.1.4.2.4.- Medidas preventivas para líneas subterráneas de Media y Baja Tensión

6.1.4.2.4.1.- Transporte y acopio de materiales.

6.1.4.2.4.2.- Movimiento de tierras, apertura de zanjas y reposición de pavimento.

6.1.4.2.4.3.- Cercanía a las líneas de Alta y Media Tensión.

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

6.1.4.3.- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.

6.1.4.4.- Protecciones.

6.1.4.5.- Características generales de la obra.

6.1.4.6.- Riesgos laborales no eliminables completamente.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



6.1.5.- Conclusión.

6.1.6.- Anexos.

6.1.6.1.- Anexo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

6.1.6.2.- Anexo 2: Líneas subterráneas.

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

6.1.6.4.- Anexo 4: Instalaciones de telecomunicaciones asociadas a las instalaciones eléctricas subterráneas.

6.1.6.5.- Anexo 5: Trabajos en tensión.

6.2.- Estudio básico de seguridad y salud para Centros de Transformación compactos y prefabricados.

6.2.1.- Objeto.

6.2.2.- Características de la obra.

6.2.2.1.- Suministros de energía eléctrica.

6.2.2.2.- Suministro de agua potable.

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

6.2.2.4.- Interferencias y servicios afectados.

6.2.3.- Memoria.

6.2.3.1.- Obra civil.

6.2.3.1.1.- Movimiento de tierras y cimentaciones.

6.2.3.1.2.- Estructura.

6.2.3.1.3.- Cerramientos.

6.2.3.1.4.- Albañilería.

6.2.3.2.- Montaje.

6.2.3.2.1.- Colocación de soportes y embarrados.

6.2.3.2.2.- Montaje de celdas prefabricadas o apartamenta, transformadores de potencia y cuadros de Baja Tensión.

6.2.3.2.3.- Operaciones de puesta en tensión.

6.2.4.- Aspectos generales.

6.2.4.1.- Botiquín de obra.

6.2.5.- Normativa aplicable.

6.2.5.1.- Normas oficiales.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



6.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.1.- Estudio básico de seguridad y salud para líneas de Media y Baja Tensión.

6.1.1.- Objeto.

Este Estudio 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 se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estado Básico de Seguridad y Salud en el 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.

6.1.2.- 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.

6.1.3.- Normativa aplicable.

- 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 dorsolumbares, 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- 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.

6.1.4.- Metodología y desarrollo del estudio. 6.1.4.1- 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.

6.1.4.2- 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.

6.1.4.2.1.- 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- 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.

6.1.4.2.2.- 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, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías aparatos de calefacción y climatización etc.)
- Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.
- El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.
- El transporte de elementos pesados (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.
- 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.



6.1.4.2.3.- Medidas preventivas de carácter particular para cada edificio.

6.1.4.2.3.1.- 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 zavorras.
- 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:
 - 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.
 - La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
 - La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 metros, en zonas accesibles durante la construcción.
 - Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

6.1.4.2.3.2.- 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.



6.1.4.2.3.3.- Encofrados.

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán barandillas, reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

6.1.4.2.3.4.- 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 al 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.

6.1.4.2.3.5.- 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, arriostándose 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 tablonas, 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.
- 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.
- 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 asilante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:
 - Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, 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.

6.1.4.2.4.- Medidas preventivas para líneas subterráneas de Media y Baja Tensión

A continuación se recogen las medidas específicas para cada una de las fases nombradas anteriormente, que comprenden la realización de la Línea Subterránea de Media Tensión.



6.1.4.2.4.1.- 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
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Delimitación de los puntos peligrosos (zanjas, calas, pozos, etc.)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener un orden
Condiciones ambientales y de señalización	Precaución en el 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.



6.1.4.2.4.2.- Movimiento de tierras, apertura de zanjas y reposición de pavimento.

Riesgos Asociados	Medidas Preventivas
<ol style="list-style-type: none">1. Caída a las zanjas.2. Desprendimiento de los bordes de los taludes de las rampas.3. Atropellos causados por la maquinaria.4. Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.	<ol style="list-style-type: none">1 Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.2 Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.3 Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento.4 Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.5 Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.6 Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.7 Prohibir el paso a toda persona ajena.8 Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.9 Establecer zonas de paso y acceso a la obra.10 Dotar de la adecuada protección al personal

6.1.4.2.4.3.- Cercanía a las líneas de Alta y Media Tensión.

Riesgos Asociados	Medidas Preventivas
<ol style="list-style-type: none">2 Caída de las personas al mismo nivel.3 Caída de las personas a distinto nivel.4 Caída de objetos.5 Desprendimientos, desplomes y derrumbes.6 Choques y golpes.7 Proyecciones.8 Contactos eléctricos.9 Arco eléctrico.10 Explosiones.11 Incendios.	<ol style="list-style-type: none">3 En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad.4 Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.5 Zona de evolución del a maquinaria delimitada y señalizada.6 Estimación de las distancias por exceso.7 Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.8 Distancias específicas para personal sin facultad a trabajar en instalaciones eléctricas.9 Cumplimiento de las disposiciones legales existentes.10 Puestas a tierra en buen estado.11 Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.12 Protección contra sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.13 Solicitar permisos de trabajos con riesgos especiales.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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:
 - Guantes aislantes.
 - Casco y botas de seguridad.
 - Gafas de protección.

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

Riesgos Asociados	Medidas preventivas
4 Caída de altura de personas.	5 Utilización de casco, guantes y calzado adecuado.
5 Cortes en las manos.	- Emplear bolsas porta-herramientas.
6 Caídas de objetos a distinto nivel.	- Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización.
7 Electrocuiones por contacto indirecto.	6 Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.
8 Sobresfuerzos.	7 Control de maniobras y vigilancia continuada.
9 Contacto con elementos candentes.	
10 Vuelco de maquinaria.	
11 Atrapamientos.	

6.1.4.3- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente 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.

6.1.4.4- 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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
 - Calzado de seguridad.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes aislantes de electricidad Baja Tensión y Alta Tensión.
 - Guantes de protección mecánica.
 - Pantalla contra proyecciones.
 - Gafas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad.
 - Discriminador de Baja Tensión.
- Protecciones colectivas:
 - Señalización: cintas, banderolas, etc.
 - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.

Equipo de primeros auxilios:

Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista.

Equipo de protección contra incendios:

Extintores de polvo seco clase A, B y C.

6.1.4.5- 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.

- Descripción de la obra y situación. La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en la Memoria del proyecto.
- Suministros de energía eléctrica. No se hace necesario por la característica de la obra.
- Suministro de agua potable.
- No se hace necesario por la característica de la obra.
- Servicios higiénicos. No se prevé.
- 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.



6.1.4.6.- 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

- 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.

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.

Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad.
- Calzado protector.
- Ropa de trabajo.
- Casquetes antirruidos.
- Gafas de seguridad.
- Cinturones de protección.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



Movimientos de tierras

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.

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.

6.1.5.- 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.



6.1.6.- Anexos.

Riesgo y medidas de prevención y protección en casa fase del trabajo.

6.1.6.1.- Anexo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

Actividad	Riesgos	Acciones preventivas 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 Alta Tensión y Baja Tensión. - Presencia de animales, colonias, etc. 	<p>Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.

6.1.6.2.- Anexo 2: Líneas subterráneas.

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

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). 5. 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).

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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- Ver Anexo I y presencia de colonias, nidos.

Acciones preventivas y protecciones:

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno y ver punto 3.1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación; anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 3.1.4.4, 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 Anexo I y revisión del entorno.

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

Actividades:

- Acopio, carga y descarga.
- Desconexión / conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- Montaje/desmontaje.

Riesgos de cada actividad:

- Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atrapamientos.
- Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y cortes, proyección de partículas, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contacto eléctrico directo e indirecto en BT, arco eléctrico en BT y elementos candentes y quemaduras.

Acciones preventivas y protecciones:

- Ver punto 3.1.4.4. Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- Ver punto 3.1.4.4., 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 3.1.4.4, 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.



<u>Las 5 reglas de oro</u>
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.

6.1.6.4.- Anexo 4: Instalaciones de telecomunicaciones asociadas a las instalaciones eléctricas subterráneas.

Actividades.

- Acopio, carga y descarga (acopio carga y descarga de material recuperado/chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

Riesgos de cada actividad.

- Golpes, heridas, caídas de objetos y atrapamientos.
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares y cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos y contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, quemaduras y presencia de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobre esfuerzos.
- Ver Anexo 1.

Acciones preventivas y protecciones.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control y maniobras, vigilancia continuada y ver punto 3.1.4.4.
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas,
- Utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad con protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilización de fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 3.1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 3.1.4.4), utilización de f EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto da las máquinas de tracción, utilización de equipos de - protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 3.1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada,



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.

- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 3.1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo I.

6.1.6.5.- Anexo 5: Trabajos en tensión.

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:

- Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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 Anexo.

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.



6.2.- Estudio básico de seguridad y salud para Centros de Transformación compactos y prefabricados.

6.2.1.- 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.

6.2.2.- 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.

6.2.2.1.- Suministros 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

6.2.2.2.- 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.

6.2.2.3.- 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.

6.2.2.4.- 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.

6.2.3.- 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.

6.2.3.1.- Obra civil.

6.2.3.1.1.- Movimiento de tierras y cimentaciones.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

6.2.3.1.2.- 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.).



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electroclusiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

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.

6.2.3.1.3.- 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.

6.2.3.1.4.- 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- 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.

6.2.3.2.- Montaje.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

6.2.3.2.1.- 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.

6.2.3.2.2.- Montaje de celdas prefabricadas o apartamento, 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



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



elevant.

- 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.

6.2.3.2.3.- 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.

6.2.4.- 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.

6.2.4.1.- Botiquín de obra.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



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.

6.2.5.- Normativa aplicable.

6.2.5.1.- 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 dorsolumbares, 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA
ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS



INDICE

7.- Plan de gestión de residuos.

7.1.- Identificación de los residuos.

7.1.1.- Definiciones.

7.1.2.- Clasificación y descripción de los residuos.

7.1.2.1.- RCDs de Nivel I

7.1.2.2.- RCDs de Nivel II

7.1.2.3.- Requisitos legales.

7.2.- Medidas de prevención de residuos.

7.2.1.- Prevención en tareas de derribo.

7.2.2.- Prevención en la adquisición de materiales.

7.2.3.- Prevención en la puesta en obra.

7.2.4.- Prevención en el almacenamiento en obra.

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

7.4.- Identificación de residuos de la construcción.

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

7.6.- Estimación del coste de tratamiento de los RCD's.

7.7.- Medidas para la separación en obra.

7.8.- Medidas de segregación "in situ".

7.9.- Previsión de reutilización.

7.10.- Operaciones de valorización "in situ".

7.11.- Destino final de los residuos.

7.12.- Pictogramas.



7.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

De acuerdo con la Orden 2690/2006 de 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 en la Comunidad de Madrid, se presenta el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 3, con el siguiente contenido:

- Identificación de los residuos (según OMAM/304/2002)
- Estimación de la cantidad que se generará (en Tn y m³)
- Medidas de segregación "in situ"
- Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos (indicar cuales)
- Operaciones de valorización "in situ"
- Destino previsto para los residuos.
- Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

7.1.- Identificación de los residuos.

7.1.1.- 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 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.

7.1.2.- Clasificación y descripción de los residuos.

7.1.2.1.- RCDs de Nivel I

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

7.1.2.2.- RCDs de Nivel II

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.



7.1.2.3.- 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, convirtiendolos 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.

7.2.- Medidas de prevención de residuos.

7.2.1.- 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.

7.2.2.- 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 los mismos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.

7.2.3.- 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.

7.2.4.- 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.
- 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.

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

Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y lista europea de residuos.

1. Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.

- Hormigón.
- Ladrillos.
- Tejas y materiales cerámicos.
- Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
- Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas a las especificadas en el código.

2. Madera Vidrio y Plástico.

- Madera.
- Vidrio.
- Plástico.
- Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas.

3. Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.

- Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
- Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
- Alquitrán de hulla y productos alquitranados.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



4. Metales (incluidas sus aleaciones).
 - Cobre, bronce, latón.
 - Aluminio.
 - Plomo.
 - Zinc.
 - Hierro y acero.
 - Estaño.
 - Metales mezclados.
 - Residuos metálicos containados con sustancias peligrosas.
 - Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
 - Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.

5. Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.
 - Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
 - Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
 - Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
 - Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05.
 - Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas.
 - Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07.

6. Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.
 - Materiales de aislamiento que contienen amianto.
 - Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas.
 - Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
 - Materiales de construcción que contienen amianto.

7. Materiales de construcción a partir de yeso.
 - Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
 - Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.

8. Otros residuos de construcción y demolición.
 - Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
 - Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).
 - Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
 - Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 17 09 02 y 17 09 03.



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

Zanjas y materiales eléctricos	Residuo	Código	Densidad	Volumen	Peso (Toneladas)
Tipo	Hormigón, relleno	170107	900	0,5	0,450
	Tierra sobrante de relleno	170504	1100	40	44
	Tubos PVC	170903	750	0,05	0,0375
	Restos (cableado)		850	0,5	0,425
Total residuo generado construcción bases CT y arquetas. Código: 170107				0,5	0,450
Total residuo generado construcción bases CT y zanjas. Código: 170504				40	44
Total residuo generado tubos PVC 170903				0,05	0,0375
Total residuo generado puntas de cables y retales sobrantes				0,5	0,425
Total residuo generado para eliminación en vertedero				41,05	44,91

7.5.- 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.
- 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 (se habilitará una cubierta general para proporcionarles sombra permanentemente), o menores de 21 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.



PROYECTO FIN DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL



- 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.

7.6.- Previsión de reutilización.

La totalidad de la tierra proveniente de la excavación será reutilizada para el relleno de la parcela, creando plataformas para su ajardinamiento.

El resto de los materiales de escombros se trasladarán a los correspondientes vertederos autorizados.

7.7.- 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 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
- 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 separar 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 plantas 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, Cehegín, Cieza, Fortuna, Jumilla, Moratalla, San Pedro del Pinatar, Santomera, Yecla y Caravaca.
 - MUNICIPALES: Lorca, Ceutí y Cartagena

7.8.- Pictogramas.

 T Tóxico	<p>Tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea <u>en pequeñas cantidades</u> puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>	 Xn Nocivo	<p>Nocivos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>
 Xi Irritante	<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>	 N Peligro para el medio ambiente	<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>

 <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 inflamable</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 <u>en muy pequeña cantidad</u> puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>