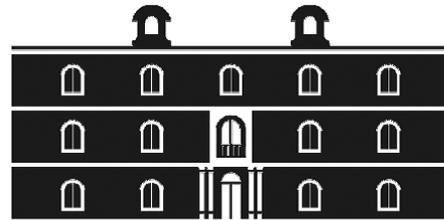




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

# PROYECTO FINAL DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

**Titulación:** INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

**Intensificación:** ELECTRICIDAD

**Alumno/a:** SERGIO SÁNCHEZ GALINDO

**Director/a/s:** ALFREDO CONESA TEJEIRA

Cartagena, 25 de Febrero de 2013



# MEMORIA

# **ÍNDICE**

## **1.-MEMORÍA.**

### **1.1- Objeto del proyecto.**

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

### **1.3.- Usuario de la instalación.**

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

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

#### **1.5.1.- Normas Generales.**

#### **1.5.2.- Normas y recomendaciones de diseño del edificio.**

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

#### **1.5.4.- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores.**

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

#### **1.6.1.- Red de Media Tensión.**

#### **1.6.2.- Red de Baja Tensión.**

#### **1.6.3.- Centros de Transformación.**

##### **1.6.3.1.- Centro de Transformación PFU-4.**

##### **1.6.3.2.- Centro de Transformación Miniblock.**

### **1.7.- Plazo de ejecución de las instalaciones.**

### **1.8.- Descripción de las instalaciones.**

#### **1.8.1.- Red de Media Tensión.**

##### **1.8.1.1.- Trazado.**

###### **1.8.1.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.**

###### **1.8.1.1.2.- Longitud.**

###### **1.8.1.1.3.- Relación de cruzamientos y paralelismos.**

##### **1.8.1.2.- Materiales.**

###### **1.8.1.2.1.- Conductores.**

**1.8.1.2.2.- Aislamientos.**

**1.8.1.2.3.- Accesorios.**

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

**1.8.1.3.- Zanjas y sistema de enterramiento.**

**1.8.1.3.1.- Medidas de señalización y seguridad.**

**1.8.1.4.- Puesta a Tierra.**

**1.8.2.- Red de Baja Tensión.**

**1.8.2.1.- Trazado.**

**1.8.2.1.1.- Longitud.**

**1.8.2.1.2.- Inicio y final de la línea.**

**1.8.2.1.3.- Cruzamientos y paralelismos.**

**1.8.2.2.- Puesta a Tierra y continuidad del neutro.**

**1.8.3.- Centros de Transformación.**

**1.8.3.1.- Generalidades.**

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

**1.8.3.1.1.1.- Características de los materiales.**

**1.8.3.1.1.2.- Características detalladas PFU-5/20.**

**1.8.3.1.1.3.- Instalación Eléctrica.**

**1.8.3.1.1.4.- Características de la aparamenta de Media Tensión.**

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

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

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

**1.8.3.1.1.8.- Medida de la energía eléctrica.**

**1.8.3.1.1.9.- Unidades de protección, automatismo y control.**

**1.8.3.1.1.10.- Puesta a Tierra.**

**1.8.3.1.1.11.- Instalaciones secundarias.**

**1.8.3.1.2.- Edificio de Transformación: miniBLOK.**

**1.8.3.1.2.1.- Características de los Materiales.**

**1.8.3.1.2.2.- Instalación eléctrica.**

**1.8.3.1.2.3.- Características de la aparamenta de Media Tensión.**

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

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

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

**1.8.3.1.2.7.- Medida de la energía eléctrica.**

**1.8.3.1.2.8.- Unidades de protección, automatismo y control.**

**1.8.3.1.2.9.- Puesta a tierra.**

**1.8.3.1.2.10.- Instalaciones secundarias.**

# **1.-MEMORÍA.**

## **1.1- Objeto del proyecto.**

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

- 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.
- Centros de transformación necesarios para satisfacer la demanda de energía eléctrica del conjunto de la instalación.
- Red subterránea de Media Tensión para alimentar a los Centros de Transformación.+

El objeto de este proyecto es ser entregado como Proyecto Final de Carrera para conseguir el título de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electricidad.

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

El titular de la instalación es la Universidad Politécnica de Cartagena en el Campus Muralla del Mar. Edificio Antiguo Hospital de Marina. C/ Dr. Fleming S/N. E-30202. 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, designado por el Departamento de Ingeniería Eléctrica en el término Municipal de Cartagena, cuya situación y emplazamiento quedan perfectamente determinadas en los planos correspondientes, dentro del apartado de planos.

## **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 autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- \* Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- \* Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Murcia.
- \* Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- \* Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- \* Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- \* Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba un nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITCLAT 01 a 09.
- \* Normas UNE y normas EN.
- \* Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, BOE de 31-12-1994.
- \* Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, BOE 31-12-94.
- \* Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio sobre disposiciones mínimas para protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- \* Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 Noviembre.
- \* Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- \* NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73 para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- \* Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- \* Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- \* Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- \* Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- \* Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- \* Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- \* Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de

protección individual (EPI).

#### **1.5.2.- Normas y recomendaciones de diseño del edificio.**

- \* CEI 61330 UNE-EN 61330, Centros de Transformación prefabricados.
- \* RU 1303<sup>a</sup>, 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, Aparamenta 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, Aparamenta 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 (CTR5). De este centro de reparto saldrá otra línea hasta el centro de abonado situado a las afueras del polígono residencial. Y también se repartirá un anillo en instalación subterránea de media tensión para los 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, 5, 6, 7, 8 y 9) de viviendas unifamiliares de electrificación elevada, 2 parcelas (2 y 3) de edificios de electrificación básica,

4 parcelas destinadas a jardines, una parcela destinada a un centro social, una parcela destinada a un centro educativo, y el alumbrado de los viales del polígono residencial.

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

### **1.6.3.- Centros de Transformación.**

Los Centros de Transformación tipo compañía, objetos de este proyecto tienen la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma. La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

#### **1.6.3.1.- Centro de Transformación PFU.**

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.
- 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 seis 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

#### **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 de su punto de salida será desde el Centro de Reparto hasta el Centro de Abonado situado en la parte exterior del polígono residencial.
- La L.S.M.T. correspondiente al anillo de Media Tensión, su punto principal de salida será desde el Centro de Reparto hacia el mismo pasando por los distintos Centros de Transformación.

#### **1.8.1.1.2.- Longitud.**

- La longitud desde la acometida hasta el Centro de Reparto es de 238 metros.
- La longitud desde el Centro de Reparto hasta el Centro de Abonado es de 450 metros.
- La longitud total del anillo que enlaza todos los Centros de Transformación es de 912 metros.

#### **1.8.1.1.3.- Relación de cruzamientos y paralelismos.**

Las condiciones que se cumplen en los cruces y paralelismos las instalaciones de MT serán las siguientes:

##### **Cruzamientos:**

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

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

##### **Canalizaciones:**

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

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

permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

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

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

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

### **Canalización Entubada:**

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

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

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

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

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm<sup>2</sup>, 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

rellenado se utilizará hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

**Empalmes y conexiones:**

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

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

**1.8.1.2.- Materiales.**

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

**1.8.1.2.1.- Conductores.**

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

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

En nuestro caso el conductor escogido entre los que nos propone Iberdrola es el de sección  $150\text{ mm}^2$  tipo AL HEPRZ1 12/20 kV  $1 \times 150\text{ mm}^2$ , con las siguientes características:

Característica	Unidades
Peso del cable	2190 kg/km
Carga de rotura	18 N/mm <sup>2</sup>
Sección Aluminio	150 mm <sup>2</sup>
Sección Cobre	16 mm <sup>2</sup>
Radio	20xØmm
Diámetro exterior	30,4 mm
Resistencia <b>105°C</b>	0,277 Ω/km
Reactancia	0,112 Ω/km
Capacidad	0,368 µF/km

#### **1.8.1.2.2.- Aislamientos.**

Los conductores serán aislados en seco para una tensión de 20 KV. El aislamiento será de Etileno-propileno de alto módulo (HEPR), siendo la cubierta de poliolefina termoplástica. Se trata de un material que resiste perfectamente la acción de la humedad y además posee la estructura de una goma. Es un cable idóneo para instalaciones subterráneas en suelos húmedos, incluso por debajo del nivel freático. Debido a su reducido diámetro y a la mejor manejabilidad de la goma HEPR, es un cable adecuado para instalaciones en las que el recorrido sea muy sinuoso.

#### **1.8.1.2.3.- Accesorios.**

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberá aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el manual técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante. El tubo para la canalización 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 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 son:

PREVISION DE CARGAS			
PARCELA N°	NUM. VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	ESCALERAS
1	11	ELEVADA	
2	95	BASICA	9
3	97	BASICA	9
4	20	ELEVADA	
5	24	ELEVADA	
6-A	17	ELEVADA	
6-B	14	ELEVADA	
7	32	ELEVADA	
8	24	ELEVADA	
9	23	ELEVADA	
EQUIPAMIENTO SOCIAL		Previsión de 10 W/m <sup>2</sup>	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO		Previsión de 5 W/m <sup>2</sup>	
JARDINES		Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m <sup>2</sup> .	
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 Anillo 1 (m)	Longitud Anillo 2 (m)
1	421,95	360,77
2	234,62	150,52
3	310,43	289,76
4	431,5	403,8
5	391,5	121,5

##### 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.

### **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:

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

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

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

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

#### **Canalización Entubada:**

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo o gran parte de su trazado. Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en

zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03.

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

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

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm<sup>2</sup>, 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 cemento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

#### **Empalmes y conexiones:**

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

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

#### **1.8.2.2.- Puesta a Tierra y continuidad del neutro.**

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

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

- El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, por lo menos cada 200 m y en las cajas generales de protección, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al

- borde del neutro mediante conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de CU, como mínimo.
- El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por uno de los dispositivos siguientes:
    1. Interruptor o seccionador que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases, o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
    2. Unión inmóvil en el neutro próximas a los interruptores o Seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que solo pueden ser accionadas mediante herramientas especiales, no debiendo ser seccionado el neutro sin haber sido antes las fases, ni conectas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

### **1.8.3.- Centros de Transformación.**

Los Centros de Transformación objeto de este proyecto constan de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos. Para el diseño de estos Centros de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

#### **1.8.3.1.- Generalidades.**

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

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

#### Descripción:

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

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

##### **1.8.3.1.1.1.- Características de los materiales.**

#### - Envolvente

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>.

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

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

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

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

#### - Placa piso

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

#### - Accesos

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

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

#### - Ventilación

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

#### - Acabado

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

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

- Calidad

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

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

**1.8.3.1.1.2.- Características detalladas PFU-5/20.**

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

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

Dimensiones interiores	
Longitud	5900 mm
Fondo	2200 mm
Altura	2355 mm

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

**1.8.3.1.1.3.- Instalación Eléctrica.**

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

Celdas: **CGM COSMOS**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub> de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

##### Construcción:

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

##### Seguridad:

- Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.
- Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.
- Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.
- Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

##### Grados de protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529

- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

#### Conexión de cables

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

#### Enclavamientos

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

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

Características eléctricas	
Tensión nominal nivel de aislamiento	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 aparatura de Media Tensión y Transformadores.**

##### Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

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

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

Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P Protección fusibles

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

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

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

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

Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

**Transformador 1: Transformador aceite 24 kV**

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

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

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

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

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

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

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

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

- Zona de salidas

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

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

Características constructivas	
<b>Anchura</b>	1000 mm
<b>Altura</b>	1360 mm
<b>Fondo</b>	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 aparataje.

#### Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR

#### Interconexiones de BT:

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

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

#### Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

#### Equipos de iluminación:

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

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

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

#### **1.8.3.1.1.8.- Medida de la energía eléctrica.**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa 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:

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

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

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

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

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

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

### Envolvente

- Los edificios prefabricados de hormigón para miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.
- Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.
- En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

### Características detalladas:

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**

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 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.

### **1.8.3.1.2.4.- Características descriptivas de la aparamenta Media Tensión y Transformadores.**

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

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

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

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

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de

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

#### Transformador 1: Transformador aceite 24 kV

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

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

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

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

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de 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 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	
<b>Anchura</b>	1000 mm
<b>Altura</b>	1360 mm
<b>Fondo</b>	350 mm

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

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

- Interconexiones de MT:  
En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.
- Interconexiones de BT:  
Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro.  
Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.
- Equipos de iluminación:  
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

#### 1.8.3.1.2.7.- Medida de la energía eléctrica.

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

#### 1.8.3.1.2.8.- Unidades de protección, automatismo y control.

Este proyecto no 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 de todo el recinto del centro.

##### Medidas de seguridad

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

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

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

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

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

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